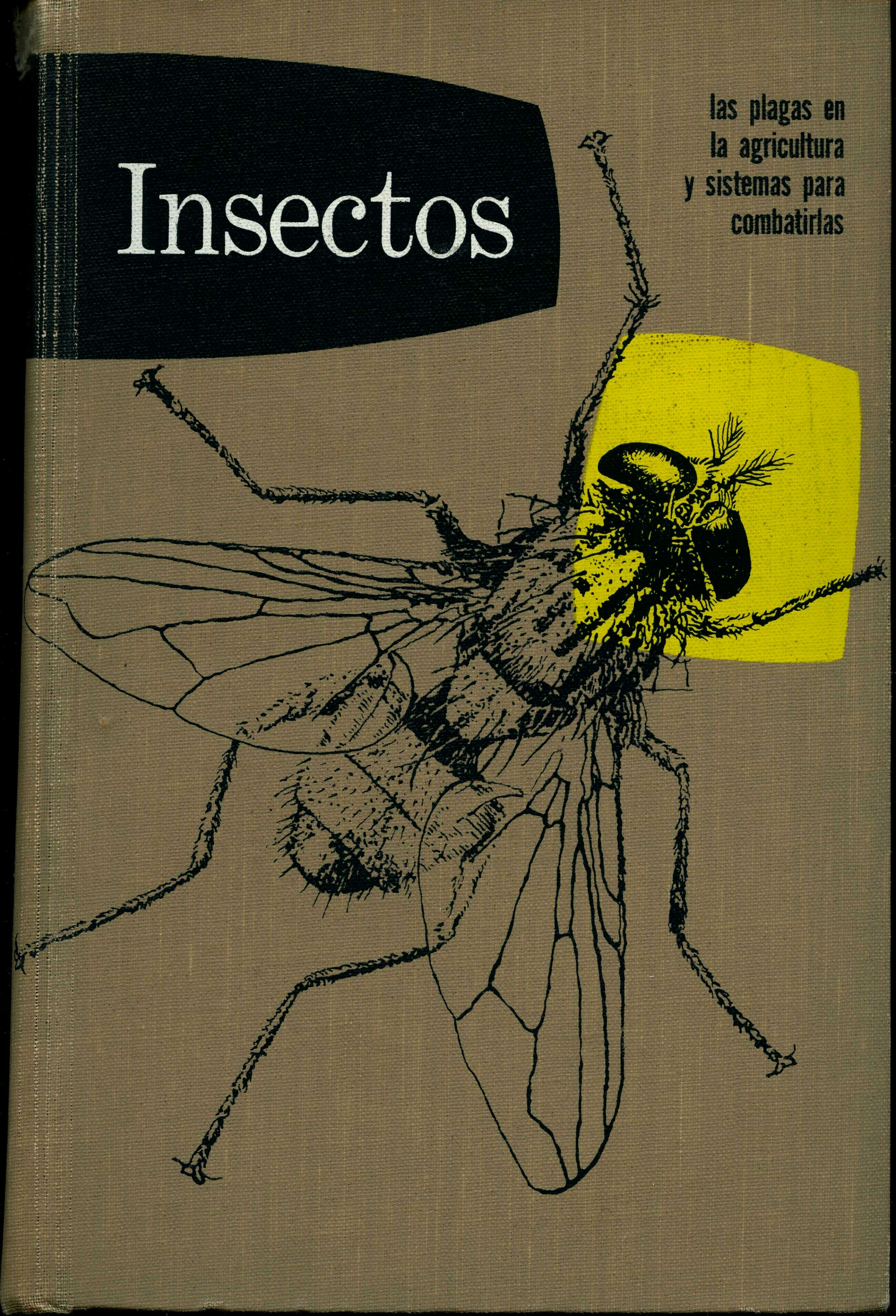

Insectos
las plagas en
la agricultura
y sistemas para
combatirlas

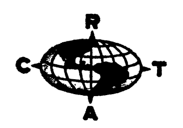
INSECTOS

THE YEARBOOK OF AGRICULTURE

0

INSECTOS

PLAGAS DE LA AGRICULTURA Y SISTEMAS PARA COMBATIRLAS



CENTRO REGIONAL DE AYUDA TECNICA
AGENCIA PARA EL DESARROLLO INTERNACIONAL (A.I.D.)
MEXICO

TÍTULO DEL ORIGINAL EN INGLÉS:

INSECTS

TRADUCIDO AL ESPAÑOL POR
JOSÉ MEZA NIETO Y FLORENTINO MARTÍNEZ TORNER

PRIMERA EDICIÓN EN ESPAÑOL, 1963

NOTA A ESTA EDICION

Esta publicación es traducción de INSECTS-THE YEARBOOK OF AGRICULTURE 1952, editado originalmente en inglés por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. La presente edición en español la preparó el Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional (A.I.D.), Departamento de Estado del Gobierno de los EE. UU. de A. El Centro se creó especialmente para coordinar la producción de versiones en español del material técnico y de adiestramiento de los programas de cooperación técnica de la Alianza para el Progreso en los países de habla española.

Prólogo

ESTE LIBRO práctico proporciona a los agricultotres y a otras muchas personas copiosa información sobre los insectos útiles, así como sobre los dañinos, cuya acción se calcula que nos cuesta unos cuatro mil millones de dólares al año.

Es un libro oportuno. Al ayudarnos a combatir a los insectos dañinos, nos ayudará a producir más alimentos, forrajes, fibras textiles y madera, cosas todas que necesitamos ahora más que nunca.

Es también un libro inquietante, y esta es, para mí, una de sus virtudes. Aunque en los dos últimos decenios la ciencia de la entomología progresó mucho, los problemas causados por los insectos parecen ser ahora más grandes que nunca. Tenemos más plagas de insectos, aunque usamos mejores insecticidas contra ellos y mejores medios para combatirlos. Por efectivas que sean nuestras cuarentenas contra las plagas extrañas, algunas se deslizan a través de ellas y exigen vigorosa atención. Son muchos los aspectos que hay que tener en cuenta en el control de los insectos. Debemos evitar la destrucción de nuestras cosechas y de nuestros bosques, pero los insecticidas que usamos no deben dejar residuos peligrosos en los alimentos, ni destruir la vida silvestre benéfica, ni dañar nuestros suelos.

Al obtener buenos resultados con los nuevos insecticidas creímos haber resuelto algunos problemas. El DDT, por ejemplo, hizo historia médica en 1943 y 1944, cuando con él se controló en unas semanas una epidemia de tifo en Nápoles. Los entomólogos pensaron entonces que con el DDT era factible terminar con todas las enfermedades transmisibles por insectos y aun erradicar la mosca doméstica. Sin embargo, en menos de un decenio se encontró que el DDT no tuvo efecto al combatir el piojo en Corea, volviendo a rondar el espectro del tifo por aquellas tierras. En algunos lugares el DDT y los insecticidas sustitutos no dieron resultado al combatir el mosquito. En 1952 ya no pudo controlarse en muchos sitios la mosca doméstica con ninguno de los insecticidas de tipo residual en uso, y pareció probable que con el tiempo pudieran desarrollar la misma resistencia otras plagas, tanto de importancia agrícola como médica. La respuesta es clara, como lo es el reto.

No nos atrevemos a pensar de ningún conocimiento —y menos que de ninguno de los relativos a los seres vivientes—, que sea estático, fijo ni acabado. Necesitamos proseguir con empeño hacia nuevos horizontes del pensamiento y de la investigación, y después de alcanzarlos ver otros horizontes

más nuevos aún. Necesitamos un punto de vista más amplio en la investigación, y la concepción de que ésta puede tener dos finalidades: Primero, resultados prácticos y cotidianos que puedan expresarse en forma de método, instrumentos y consejos definidos; y segundo, conocimientos fundamentales, básicos, sobre los cuales descansa la ciencia aplicada.

Un libro como el presente y las largas investigaciones que lo hicieron posible son ejemplos de la primera finalidad. Pero si hemos de progresar en este trabajo vital necesitamos no perder nunca de vista la segunda finalidad, recordando que ciencia y conocimiento progresan y cambian constantemente.

CHARLES F. BRANNAM
Secretario de Agricultura.

Prefacio

ESTE LIBRO contiene los resultados de los estudios que se han hecho sobre insectos por cerca de cien años. La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, a la que se debe en gran parte este libro, remonta sus orígenes a ese tiempo. Ese siglo ha visto grandes cambios en los métodos de cultivo, en la intensidad y extensión de la agricultura, en los transportes y en las cosechas. Todo esto ha afectado profundamente nuestras relaciones con los insectos. Esperamos que este Anuario contribuya al entendimiento general de esas relaciones y a la eficiencia y bienestar de la agricultura y de la vida norteamericanas.

Los insectos ocupan su lugar en la nueva serie de Anuarios que principió en 1936 y que ha tratado sucesivamente de la genética vegetal y animal de los suelos, la nutrición, la economía, el clima, las enfermedades del ganado, desarrollo de las ciencias agrícolas, pastos, árboles y elaboración de los productos del campo. Algunos de esos volúmenes se pueden comprar en la Superintendencia de Documentos de la Oficina de Publicaciones del Gobierno de los Estados Unidos, Washington 25, D. C., que envía los precios de los libros a quien lo solicite. El Departamento de Agricultura no tiene ejemplares para distribución general.

Algunos de ellos están agotados —es decir, no se pueden obtener en la Oficina Gubernamental de Publicaciones. (Pero, casi todas de las bibliotecas públicas del país los tienen y no es difícil obtenerlos de segunda mano.)

Algunas veces se nos ha preguntado el por qué no reimprimimos los libros agotados. Las razones que damos son muchas. Aunque la información que contienen sigue siendo correcta en lo fundamental, los progresos científicos recientes harían necesario ciertas modificaciones. Aun cambios y adiciones breves probablemente significarían nuevas láminas para muchas páginas y el costo de la segunda edición sería casi igual al de la primera. Además, esperan ser tratados en los anuarios muchos asuntos de gran importancia para los agricultores y otros ciudadanos. Entre ellos, por ejemplo, están las enfermedades de las plantas, el mercado de los productos agrícolas, la casa del agricultor, las haciendas pequeñas y el agua. Los anuarios publicados y los que están en proyecto formarán una biblioteca sobre agricultura, amplia y autorizada. Seleccionamos las materias del Anuario (con dos o tres años de anticipación) considerando la necesidad y el interés, tal como se manifiestan en comunicaciones y comentarios de agricultores y de otras gentes, así como las posibilidades de

disponer de resultados de investigaciones y de escritores. Tratamos de evitar la duplicación de material que los agricultores pueden encontrar fácilmente en otros lugares.

A la elaboración de este libro contribuyeron muchas personas. C. F. W. Muesebeck y A. M. Vance, de la Oficina de Entomología y Cuarentenas de Plantas, aportaron valiosos consejos y prestaron su ayuda en muchas materias técnicas.

Arthur D. Cushman, de la misma Oficina, hizo la mayor parte de las ilustraciones a colores y muchos de los dibujos lineales. Edwin Way Teale tomó siete de las ocho fotografías. Frank M. Carpenter proporcionó la octava.

ALFRED STEFFERUD,
Director del Anuario.

Contenido

NATURALEZA DE INSECTICIDAS

APLICACION DE LOS INSECTICIDAS

ADVERTENCIAS REFERENTES A LOS INSECTICIDAS

RESISTENCIA A LOS INSECTICIDAS

FUMIGANTES

LAS CUARENTENAS

OTROS MEDIOS DE COMBATIR PLAGAS

ENTOMOLOGIA ECONOMICA

INSECTOS, HOMBRE Y HOGARES

LOS INSECTOS DEL ALGODON

LOS INSECTOS Y LAS LEGUMBRES

LOS INSECTOS DE LAS FRUTAS

LOS INSECTOS EN LAS COSECHAS DE CAMPO

LAS PLAGAS DE LAS PLANTAS

EL GANADO Y LOS INSECTOS

LAS SELVAS, LOS ARBOLES Y LAS PLAGAS

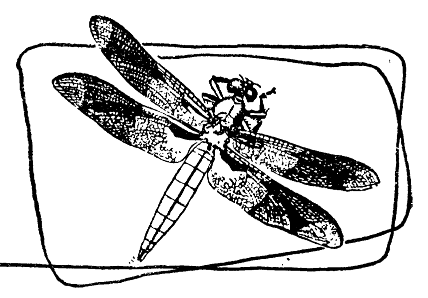
LOS INSECTOS Y LA FAUNA

BIBLIOGRAFIA Y APENDICE

ALGUNOS INSECTOS IMPORTANTES

Algunos de los insectos más importantes

Presentación de los insectos



¿Cuántos insectos existen?

Curtis W. Sabrosky

CUANDO la gente pregunta: "¿Cuántos insectos existen?", generalmente desea contestaciones a dos preguntas diferentes: ¿Cuántas especies de insectos hay? ¿Cuál es el número total de insectos que hay en el mundo? Una contestación honrada a ambas preguntas es: nadie lo sabe con exactitud.

El número de clases o de especies es tan grande, que los entomólogos no tienen cuenta exacta de ellas, excepto para pequeños grupos. El número de especies que han sido ya descritas y a las que se ha dado nombre se estima entre 625,000 a 1.500,000, de acuerdo con algunos científicos. Nadie puede conjeturar aún cuando terminará esta enorme cuenta. Para grupos tan enormes como los escarabajos y las moscas nunca será posible una cuenta exacta, aunque en general el número de grupos pequeños pueden contarse con más exactitud.

Los técnicos que trabajan en la sección de identificación de insectos del Departamento de Agricultura estiman que para fines de 1948 se habían descrito y nombrado aproximadamente 686,000 diferentes especies en todo el mundo. Además, había alrededor de 9,000 especies de garrapatas y ácaros, que no son insectos verdaderos, pero que las personas legas las confunden con ellos.

Las dos quintas partes aproximadamente de las clases de insectos conocidos son escarabajos. Palomillas y mariposas, hormigas, avispas y moscas verdaderas integran otras dos quintas partes.

Para América del Norte y el Norte de México, las últimas cifras calculadas dan cerca de 82,500 especies de insectos, y más de 2,613 clases de garrapatas y ácaros. Por lo que se refiere al mundo entero, los escarabajos superan con mucho en número a las otras especies de insectos, y se encuentran también en buena proporción las hormigas, abejas, avispas y las verdaderas moscas. Las palomillas y mariposas, que tienen el segundo lugar en el mundo, después de los escarabajos, ocupan el cuarto lugar en nuestras tierras, con 10,300 especies. No se quedan muy atrás los verdaderos hemípteros (chinches y otros), con 8,700 especies. Las 5,400 especies restantes pertenecen a los otros 19 órdenes.

No todas las 85,500 especies viven en el mismo lugar o ni siquiera en la misma región. Las montañas y las llanuras, los grandes pantanos de las praderas y los picos de las sierras, los desiertos del Sureste y los bosques del Norte, cada uno tiene sus propios insectos. Algunas especies viven solamente en lo más alto de una o dos montañas. Algunas otras se han encontrado en varios Estados.

¿Cuántas especies esperamos encontrar en un Estado? Para la mayoría de los Estados no se tiene ningún total. Disponemos de algunas tabulaciones hechas en varios años:

	Total de insectos	*Moscas*
Connecticut	8,869	1,565
Michigan		3,233
Nueva Inglaterra		3,304
Nueva Jersey	10,385	1,661
Nueva York	15,449	3,615
Carolina del Norte	11,094	2,111

De ellas podemos deducir que los Estados con topografía, clima y vegetación medios pueden tener de 10,000 a 15,000 clases de insectos; pueden encontrarse menos especies en los Estados pequeños y más en los Estados grandes que tienen márgenes más amplios de épocas de crecimiento, tipos de plantas, elevación, etc.

¿Cuántos insectos son dañinos al hombre? Los entomólogos calcularon hace algunos años que aproximadamente 6,500 especies de insectos de los Estados Unidos tenían suficiente importancia para considerarlos enemigos públicos. Hoy día probablemente su número se acerca a los 10,000.

¿Cuál es el número de insectos en relación con los de otros animales? En los libros de Zoología se estima el número total de especies animales estudiadas entre 823,000 y 1.115,000. Si el número de especies de insectos está entre 625,000 y 900,000, probablemente del 70 al 80 por ciento de todas las especies animales conocidas son insectos. Esta proporción se ha mantenido constante en los cálculos de muchos zoólogos durante el último siglo transcurrido o más aún.

El punto de partida de nuestro sistema moderno para nombrar a los animales data de 1758. Aquel año los nombres, pedigríes y descripciones de todos los animales conocidos entonces se escribieron en un libro de sólo 824 páginas, el *Systema Naturae,* del gran naturalista sueco Carlos Linneo. Él registró 4,379 especies de animales, de los cuales 1,937 eran insectos. Partiendo de este principio, los conocimientos han aumentado considerablemente a medida que los científicos exploraban las partes menos conocidas de la Tierra de un polo al otro, y las grietas de los lugares mejor conocidos, entre ellos los propios patios de sus casas. En cien años se han identificado cerca de 100,000 clases de insectos. Por el año de 1900, el total era de más de 300,000. Desde entonces el número se ha más que duplicado. En la actualidad, cada año se describen y denominan por vez primera de 6,000 a 7,000 especies de insectos.

En la actualidad, sólo la lista de nombres científicos de insectos (basada sobre un cálculo moderado del número total), sin una palabra de descripción ni de ninguna otra cosa, llenaría un volumen de 3,300 páginas a dos columnas y en tipo lo bastante pequeño para que cupieran 100 renglones en cada columna. En otras palabras: Si los nombres fueran impresos uno por renglón en un periódico de tamaño regular de ocho páginas y de ocho columnas, sin encabezados y sin fotografías, se necesitarían más de ocho semanas, incluidos los domingos, para imprimir solamente los nombres de los insectos que se conocen ya en el mundo.

¿CUÁL ES EL TOTAL VERDADERO? Hasta ahora, hemos considerado el número de especies diferentes de insectos que se han descrito y a los que se ha dado nombre. Pero, ¿cuántas especies de insectos habría si las conociéramos a todas y a todas se les hubiera puesto nombre? Nadie puede estar seguro de ello, pero la pregunta ha dado lugar a muchas especulaciones. Conjeturas recientes varían de 2.500,000 a 10.000,000 de especies diferentes.

Pero quizá no haya tantas como muchas gentes creen. Por ejemplo, una lista hecha en 1949 de las termitas de todo el mundo reconoció 1,717 especies diferentes, aunque cálculos anteriores habían llegado a 2,600 especies. Para Norteamérica y el Norte de México existen 41 especies distintas, en comparación

con 59 que se habían registrado con anterioridad, porque nuevos estudios revelaron que algunos de los nombres propuestos se aplicaban sólo a subespecies, o a variedades de color, o eran simplemente sinónimos, es decir, duplicados de los nombres de algunas especies. Esta experiencia, realizada con un grupo pequeño e intensamente estudiado, se puede repetir en extensión aún mayor con alguno de los grupos más grandes. Aun así, muchas especies de insectos realmente nuevas y hasta ahora desconocidas son encontradas y descritas todos los días en alguna parte del mundo y su número excede con mucho a todo lo que pueda descontarse por reduplicación de nombres. Quizá la lista definitiva ande lejos de llegar a los 10 millones, mas parece seguro que sí comprende algunos millones.

El número de insectos individuales, segunda parte de nuestra pregunta, es un problema tremendo en sí mismo. Nadie se atreve a conjeturar la contestación para el mundo entero, o para un país o un Estado. Aun para extensiones pequeñas, como hectáreas o kilómetros cuadrados, cualquier número es sólo una aproximación basada en muestras de pies cuadrados o medidas similares. En cualquier superficie dada, la población de insectos no sólo depende de factores como el suelo y las plantas, sino que variará de una estación a otra y aun de un minuto a otro. No obstante, las muestras nos dan una idea de la población normal.

Algunas veces los insectos sobrepasan su población acostumbrada debido a una reproducción muy abundante, o a migración, por la súbita aparición de miles o millones de individuos que cubren los senderos o asuelan kilómetro tras kilómetro de campos de cereales o despojan de sus hojas a miles de árboles. En este caso, podemos hacer estimaciones o cálculos especiales del tamaño de la manga. De muchas otras cifras disponemos también para las concentraciones de insectos que tienen lugar en las colmenas, en los nidos de hormigas y en las colonias de termitas. Permítasenos mirar algunos de los muchos hechos conocidos acerca del número de insectos.

La gran capacidad reproductora es común entre los insectos. Un ejemplo: en un verano, de abril a agosto, los descendientes de un par de moscas domésticas, si vivieran todos y se reprodujeran normalmente, podrían hacer un total de 191.000,000.000,000.000,000. Pero afortunadamente la reproducción no suele marchar a plena velocidad. Otros insectos, pájaros, enfermedades, insecticidas, y el tiempo mismo, destruyen inmensa cantidad de los huevos puestos y de las crías acabadas de nacer.

Se han hecho muchos cálculos para los áfidos o piojos de las plantas, porque tienen muchas generaciones en una sola estación. Glenn W. Herrick encontró que el áfido de la col, que tenía un promedio de 41 crías por hembra, tuvo 16 generaciones entre el 31 de marzo y el 2 de octubre en el Estado de Nueva York. Si viviesen todos, los descendientes de un áfido hembra hubieran sido 1.560,000.000,000.000,000.000,000, para el final de la estación. En el Sur, algunas clases afines, tales como el áfido del melón o el áfido del algodón, tienen dos veces más descendientes por hembra y más generaciones por año.

No todas las clases de insectos son tan prolíficas. Unos tienen muy pocas crías, otros no tienen más que una familia al año y otros tardan años en desarrollarse desde el huevo hasta el adulto. Pero aun estos insectos, si son suficientemente comunes, pueden ser muy numerosos. Consideremos una criadora lenta, como la chicharra periódica, o la langosta de diecisiete años; los enjambres que resultan cuando una de sus empolladuras sale de la tierra después de diecisiete años de infancia no se les olvidarán nunca a quienes los hayan visto. Hasta 40,000 chicharras pueden salir de la tierra debajo de un árbol de tamaño grande. Algunas veces los agujeros de salida se encuentran tan juntos unos de otros que se pueden contar 84 en una superficie de un pie cuadrado.

Algunos insectos ponen huevos continuamente por períodos grandes. Esto es cierto especialmente entre los insectos sociales, organizados en sociedades que forman nidos, colmenas o colonias. Las hormigas reinas ponen 340 huevecillos al día, según se sabe. Las abejas productoras de miel pueden poner de 1,500 a 2,000 huevecillos por día. Las termitas, conocidas también como hormigas blancas o, en español, comejenes, tienen el record: la reina es una máquina especializada para producir huevecillos día tras día. Alfred E. Emerson, una autoridad en termitas, sostiene que la capacidad de producir de 6,000 a 7,000 huevos al día no es rara en las termitas reinas especializadas, que viven de quince a cincuenta años. Hace muchos años, Karl Escherich observó en cuatro reinas diferentes de una termita del África Oriental, el *Macrotermes bellicosus*, una postura de un huevo cada dos segundos, o sea 43,000 por día. Desconocemos, por supuesto, cuánto tiempo se sostuvo esta postura. En condiciones naturales, la postura diaria puede variar mucho. Pero en colonias grandes y en buenas condiciones la producción de huevos es realmente un gran negocio muy desarrollado.

Un método notable de reproducción en algunos insectos es el poliembriónico, proceso por el cual resultan dos o más insectos de un solo huevo. En su forma más simple, un huevo se divide en dos, tal como se originan los mellizos en los animales superiores. Pero algunos insectos van más allá. Las partes del huevo original pueden conservar su poder para dividirse. En algunas especies resultan hasta 1,500 a 2,000 insectos de un solo huevo. L. O. Howard, en su libro *La Amenaza de los Insectos*, dice que vio salir cerca de 3,000 avispas parásitas de una sola oruga, en la cual probablemente no se había puesto arriba de una docena de huevos. La poliembrionía se presenta en insectos parásitos, hecho de importancia obvia para el hombre cuando los usa para combatir los insectos dañinos.

Enjambres o erupciones de insectos —brotes u oleadas de números que llamen la atención— son los resultados naturales de esta fuerza potencial de reproducción. Pueden ser una parte normal de la vida de los insectos, como los vuelos de apareamiento o los enjambres en las abejas melíferas. O pueden aparecer cuando acontece algo que descompensa el equilibrio de la naturaleza y da a algún insecto una capacidad extraordinaria de reproducción.

Probablemente todos nosotros hemos visto enjambres o brotes de esos: una gran bandada de mariposas de mayo cuyos cadáveres se amontonan en las riberas de los lagos en largas hileras; la enjambrazón de las abejas; los vuelos de las hormigas y de las termitas; las migraciones de langostas y mariposas; ejércitos de noctuas, de chicharras periódicas o de chinches, en su marcha hacia los sembrados de maíz. Un número fantástico de insectos integran esas masas, y sus daños pueden superar todo lo imaginable, ya sea la tierra agostada por las mangas de langostas y saltamontes, o la destrucción causada por insectos menos conocidos. Por ejemplo, en 1919 y 1920, una invasión del gusano de los pinos destruyó en Canadá un volumen de madera equivalente al necesario para abastecer durante cuarenta años a todas las fábricas de pulpa del país.

Mangas inmensas de langosta, como las describe la *Biblia* cual plagas que cayeron sobre los hijos de Israel en Egipto, se conocen en muchas partes de la Tierra. Tenemos cifras correspondientes a estas calamidades en África y en el Cercano Oriente. Por lo que se refiere a la langosta marroquí, los científicos han encontrado hasta 6,000 cápsulas de huevecillos por metro cuadrado, con un promedio de 30 a 35 huevecillos por cápsula. Durante una campaña para combatir la langosta migratoria en el oeste de Turquía se recogieron 430 toneladas de huevos y 1,200 toneladas de langostas en tres meses.

Los ejemplos más espectaculares en los Estados Unidos son las mangas migratorias de saltamontes de las Montañas Rocosas en las Grandes Llanuras, en

la década de los setentas del siglo pasado. Se dice que estas mangas de langosta dejaron los campos tan destruidos como si hubieran sido pasto del fuego. Sólo agujeros en el suelo señalaban los lugares en que había habido plantas. Los árboles fueron despojados de sus hojas y de toda la corteza verde. Un observador de Nebraska dijo que una de las mangas invasoras tenía 800 metros de altura, 160 kilómetros de ancho y 480 kilómetros de largo. En algunos lugares la columna, vista con anteojos de campo y aparatos de topografía, tenía kilómetro y medio de altura. Calculando 28 langostas por metro cúbico, el observador daba una cifra equivalente a 28 millones de insectos por kilómetro cúbico, y dijo que la manga tuvo aquel espesor por lo menos durante seis horas, moviéndose, cuando menos, a ocho kilómetros por hora. Calculó, además, que en esta migración había no menos de 124 mil millones de langostas.

No siempre es dañina la aparición de grandes masas de insectos. En las montañas de California, E. U. A., y en otros lugares el coquito de San Antón o mariquita pasa el invierno en lugares abrigados. Trabajando dos hombres juntos pueden colectar, en ocasiones, de 25 a 50 kilogramos de mariquitas por día. Juzgando por el peso medio de cada insecto, puede cifrarse en 1.200,000 o 2.400,000 el número de insectos recogidos diariamente. Así pues, es posible recoger gran número de estos insectos devoradores de insectos y soltarlos después en lugares donde ataquen a los insectos que se comen las cosechas.

Las migraciones de mariposas son especialmente sorprendentes. Millones de mariposas pueden volar durante días y salvar distancias de hasta 3,200 kilómetros, y la manga migratoria puede tener algunos cientos de kilómetros de anchura. Parece que estas mangas de mariposas son más comunes en otros lugares del mundo, pero algunas de ellas se han presentado en los Estados Unidos. La mariposa monarca (llamada comúnmente en los E. U. A. mariposa del algodoncillo) es un viajero de notable regularidad. Cada otoño, individuos de esta especie vuelan hacia el Sur y algunos de ellos hacen el viaje de regreso en la primavera siguiente, cubriendo un trayecto de 1,600 kilómetros, aproximadamente.

C. H. Gable y W. A. Baker registraron en 1921, en el Estado de Texas, una migración de mariposas trompudas, *Libytheana bachmanii,* tan numerosa, que un promedio de 1.250,000 de ellas, por minuto, voló en un frente de 400 kilómetros de ancho. En el punto más importante de observación, la migración continuó con este promedio de intensidad por espacio de dieciocho días.

La población normal de insectos, sin contar con las mangas de que se ha hablado, ni los aumentos excepcionales, se ha estudiado en relación con determinadas situaciones y especies. Las cifras más exactas que tenemos son las relativas a insectos que viven en el suelo, probablemente porque es más fácil obtener muestras prácticamente completas de la población. Aun así, los datos son difíciles de comparar, porque los estudios son muy diferentes: diferentes clases de suelo de época del año; muestras tomadas a diferentes profundidades y tratadas por diferentes procedimientos, que pueden o no descubrir seres tan pequeños como algunos ácaros y los tisanuros. Debido a que estas dos especies sobrepasan en número a todos los demás animales en la mayor parte de los suelos y del humus de los bosques, una pequeña diferencia en la técnica puede producir una diferencia de millones en el número de insectos recogidos por hectárea.

Los estudios efectuados en Inglaterra sobre los insectos de los prados, en los que se examinó la capa superficial del suelo hasta una profundidad de 22.5 a 30 centímetros, revelaron cifras totales de insectos y ácaros que ascendían a varios cientos de millones por hectárea.

Aun para clases especiales de insectos, los cálculos pueden ser increíblemente altos. Por ejemplo, ciertos gusanos filiformes, como las larvas de los escarabajos

Agriotes, se han encontrado en números calculados de 6 ó 50 millones por hectárea. En la mayoría de los reportes, ácaros y tisanuros forman las dos terceras partes o más del total; en algunos, los tisanuros constituían las nueve décimas partes del total de los insectos.

También se ha estudiado la población de artrópodos (animales invertebrados de patas articuladas: insectos, ácaros, ciempiés y otros) en el humus de los bosques. De muestras tomadas a una profundidad de 5 pulgadas en bosques de pinos y robles, situados sobre suelos de arcilla dura y arenosos de Carolina del Norte, A. S. Pearse calculó unos 248 millones de animales por hectárea. De éstos, cerca de 180 millones eran ácaros, 56 millones tisanuros y 9 millones otros insectos. En una zona de Pennsylvania, cubierta de chaparros, con un colchón más rico, C. H. Hoffmann y sus colaboradores encontraron un promedio de 105,397 artrópodos por metro cuadrado en dos pulgadas del colchón de materia orgánica y una pulgada de humus, lo cual representa a 850 millones por hectárea. En un estudio de Pearse, los ácaros fueron los animales más abundantes, con un promedio de 588 millones por hectárea. El promedio de los tisanuros era de 238 millones, contra sólo 22 millones para todo el resto de los artrópodos. El número por hectárea es una estimación basada sobre el promedio de las muestras de un metro cuadrado. En algunos lugares de un mismo territorio puede ser menor, y en otras mucho mayor.

Un censo de colonias de insectos sociales es fácil en comparación con las dificultades que se encuentran para contar o calcular la población general de insectos. Se han publicado muchas cifras para las hormigas, termitas, abejas y avispas, algunas de las cuales son cómputos reales, en tanto que otras son estimaciones basadas en muestreos.

Las colonias de las hormigas varían bastante de tamaño, desde nidos pequeños, con una docena de obreras, hasta nidos grandes y populosos con varios cientos de miles. E. W. Andrews calculó que una colonia de hormigas, en Jamaica, tenía 630,000 individuos, las nueve décimas partes de ellos, obreras. En general se coincide en estimar que los nidos grandes de *Formica* en Europa tienen un promedio de 150,000 a 200,000 hormigas. En un estudio realizado en una superficie de 5 hectáreas, en Maryland, E. N. Cory y Elizabeth Haviland encontraron 73 hormigueros de diversos tamaños de hormigas de los Allegheny. En dos de los hormigueros estudiados encontraron 41,000 y 238,000 hormigas respectivamente. De estas cifras y de la relación aproximada entre el tamaño del hormiguero y el número de hormigas calcularon un promedio de cerca de 291 hormigas por metro cuadrado en las 5 hectáreas.

Las colonias de termitas varían en tamaño tanto como las de hormigas. Algunas tienen unos centenares de individuos, cuando mucho, pero otras pueden tener algunos millones. En los Estados Unidos estas colonias son relativamente pequeñas, y un nido con un cuarto de millón ya se considera muy grande. Los records del tamaño lo tienen las especies tropicales, especialmente las que construyen grandes nidos en el suelo. Alfred E. Emerson encontró 3 millones de termitas en una colonia de la *Nasutitermes surinamensis* sudamericana. F. G. Holdaway y sus colegas registraron de 750,000 a 1.806,000 termitas *N. exitiosus* en algunos montículos de Australia.

Las abejas productoras de miel han sido, al través del tiempo, objeto de censos. Jan Swammerdam contó en 1737 las celdas y las abejas de tres colmenas holandesas. En 1740 René de Réaumur contó 43,008 abejas en un enjambre de grandes proporciones.

Las colonias grandes en las colmenas modernas contienen unas 55,000 abejas. En un enjambre que sale de una colmena puede haber como 30,000 abejas. Una buena colonia, con una reina vigorosa, puede producir más de 200,000 abejas

ESPECIES CONOCIDAS DE INSECTOS Y DE OTROS ANIMALES

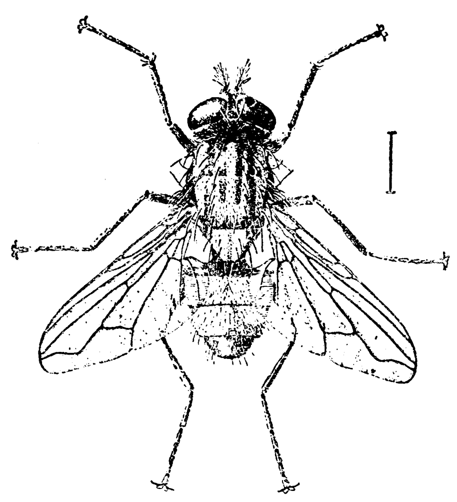
Grupo	*Nombres comunes*	*Cálculo de Metcalf y Flint (1939, 1951)*	*Cálculo de Ross (1948)*
Insecto	Insectos	640,000	900,000
Otros artrópodos	Arañas, ciempiés, cangrejos, etcétera	73,500	50,000
Moluscos	Almejas y otros crustáceos, caracoles	80,000	80,000
Chordata	Mamíferos, aves, peces, reptiles, etc.	60,000	38,000
Todos los demás animales	Esponjas, corales, gusanos, etcétera	62,500	47,000
		916,000	1.115,000

NÚMERO DE ESPECIES INSECTOS, GARRAPATAS Y ÁCAROS DESCRITOS A FINES DE 1948

Orden	*Nombres comunes*	*En todo el mundo*	*En Norteamérica y en el Norte de México*
Anoplura	Piojos chupadores (piojos verdaderos)	250	62
Coleóptera	Escarabajos, gorgojos, insectos con alas sobrepuestas	277,000	26,676
Collembola	Tisanuros	2.000	314
Corrodentia	Piojos del papel y de la corteza	1.100	120
Dermaptera	Tijerillas	1.100	18
Díptera	Moscas, mosquitos, jejenes	85.000	16.700
Embioptera	Embidos	149	8
Ephemeroptera	Moscas de mayo	1.500	550
Hemíptera	Chinches verdaderas y Homoptera (cigarras, saltamontes, hojas, áfidos, insectos escamosos)	55.000	8,742
Hymenoptera	Hormigas, abejas, avispas	103,000	14,528
Isoptera	Termitas (hormigas blancas o comejenes)	1,717	41
Lepidoptera	Mariposas y palomillas	112,000	10,300
Mallóphaga	Piojo masticador (piojos de pájaro)	2,675	318
Mecoptera	Panorpos o moscas escorpiones	350	66
Neuroptera	Pulgones alados o de encaje, hormigas leonadas, moscas de cuerno	4,670	338
Odonata	Libélulas, libélulas doncella.	4,870	412
Ortóptera	Saltamontes, grillos, cucarachas, mántidas, catídidas	22,500	1,015
Plecoptera	Moscas de agua	1,490	340
Protura		90	29
Siphonaptera	Pulgas	1,100	238
Tysanoptera	Tripsos	3,170	606
Thysanura	Lepismas, "peces de plata"	700	50
Trichoptera	Piojos lanudos	4,450	921
Zoráptera		19	2
TOTAL		685,900	82,394
Acarina	Garrapatas	440	113
	Ácaros	8,700	2,500

en un año. La producción normal de huevos durante la vida de una reina ha sido calculada en 1.500,000, mas por lo general probablemente no excede de 500,000.

Algunas especies silvestres de abejas también forman grandes colonias. La abeja sin aguijón *(Trigona)* de América del Sur puede hacer nidos que contienen de 50,000 a 100,000 individuos. Los nidos más grandes que se conocen de abejas tropicales *(Trigona postica)* tenían 27 panales con cerca de 64,000 celdillas y de 70,000 a 80,000 abejas adultas.



Mosca doméstica

Las avispas y los avispones sociales acostumbran a construir colonias pequeñas. Los nidos más grandes tienen desde unos cientos a algunos miles de individuos.

¿Cuántos insectos existen? Y ¿cuántas clases de insectos? Quizá esto nunca lo sepamos. Pero a cualquier lugar que vayamos, y veámoslos o no, estamos rodeados de incontables millones de insectos. Cada bosque, cada campo, cada patio, cada carretera, es un zoológico gigantesco de insectos. Un amplio mundo de variedad e interés sin fin está abierto a todo aquel que desee investigar un poco por sí mismo.

CURTIS W. SABROSKY *es especialista en Diptera (moscas), de la Sección de Clasificación de Insectos, del Departamento de Entomología y Cuarentenas de Plantas desde el año de 1946. Fue Instructor y profesor ayudante de entomología durante ocho años en el Colegio del Estado de Michigan, E. U. A., y ha trabajado con el servicio de Salud Pública de los Estados Unidos, estudiando los mosquitos de la malaria. Es autor de numerosas publicaciones sobre la clasificación de moscas y sobre las reglas por las cuales se rigen los nombres científicos de animales.*

Singularidades del mundo de los insectos

Edwin Way Teale

HACE diecinueve siglos, cuando Plinio el Antiguo escribía su *Historia Natural* en Roma, los hombres creían que los insectos eran criaturas sin sangre, que los huevos de la mariposa eran gotas de rocío solidificadas, que el eco mataba a las abejas melíferas y que el oro era extraído de las montañas situadas al norte de la India por una hormiga gigante "del color de un gato y tan grande como un lobo egipcio".

"Este oro —aseguraba Plinio a sus lectores— es extraído en el invierno y los indios se apoderan de él durante los calores del verano, cuando las hormigas se ven obligadas a guarecerse en sus agujeros a causa del excesivo calor. Pero, no obstante, excitadas al percibir el olor de los indios, salen a atacarlos y frecuentemente los destrozan, aunque ellos cuenten con los camellos más veloces para huir; tanta es la agilidad de aquellas hormigas, que se une su ferocidad y su pasión por el oro."

Hoy en día nadie cree las historias de Plinio relativas a las hormigas del tamaño de un lobo y apasionadas del oro, lo mismo que tampoco cree nadie en sus langostas orientales, que eran de tales proporciones que sus patas posteriores se usaban como serrotes después de secarlas. Esas fábulas de viajeros, producto de la imaginación o del error, hace ya mucho tiempo que están desacreditadas. Los prodigios imaginarios son, en realidad, menos necesarios cuando se trata de insectos que cuando se trata de cualquier otro grupo de criaturas vivientes. La verdad por sí sola ya es bastante singular y dramática.

En 1857, cuando Alfred Russel Wallace desembarcó en las Islas Kei, del Archipiélago Malayo, con el objeto de recoger ejemplares de historia natural, pronto se percató de que cada vez que entraba en una ciénaga profunda, en el claro de un bosque, advertía en el aire una fragancia que le recordaba el aceite esencial de rosas. Durante mucho tiempo buscó entre las flores el origen de aquel perfume. Finalmente descubrió que su origen no era una flor, sino un escarabajo, la cicindela o *Therates labiatus,* de rayas verdes, rojas y amarillas, que habita los claros húmedos y sombríos de los bosques y se alimenta principalmente de insectos que visitan las flores. Su perfume, según concluye Wallace, le ayuda a atraer a pequeños insectos colectores de néctar.

Cuando menos son tres las especies de mántidas religiosas orientales que usan el color en vez del perfume para ayudarse a obtener el sustento diario. Estos insectos, como la mántida nativa de la parte sur de los Estados Unidos, aprisionan su presa con el cepo espinoso formado con sus patas delanteras. Por tener algunas partes del cuerpo aplastadas como láminas delgadas y vivamente coloreadas por la cara inferior, los insectos orientales parecen flores de los arbustos en los que cazan. Cuando la mántida trepa para tomar una posición favorable, mantiene ocultas las partes coloreadas; pero cuando se ha situado a su gusto entre las flores deja ver sus láminas coloreadas y permanece inmóvil hasta que una víctima se posa cerca.

Un naturalista británico dice haber visto una mántida en la India trepando laboriosamente hasta la punta de tres ramas antes de encontrar flores recién abiertas. Las primeras dos veces, en que sólo encontró botones, volvió sobre sus pasos muy despacio, para empezar de nuevo. Una vez que llegó a las flores se colocó entre ellas, mostrando la parte inferior de sus órganos en forma de láminas apetaladas, de color de rosa. Unas mántidas orientales tienen láminas de color azul, otras de color lila y otras de color púrpura. Otras más tienen láminas de un color blanco puro, con una superficie cerosa y brillante, como los pétalos de flores verdaderas.

En algunos casos, los ortópteros de los Trópicos están ingeniosamente disfrazados por la naturaleza para que no los vean sus enemigos. Por ejemplo, el saltamontes de cuerno largo *Metaprosagoga insignes* posee alas que no sólo se parecen a hojas, sino que tienen unas manchas irregulares y parecen como si el tejido de la hoja hubiera sido comido por un insecto que solamente dejó la red de las nervaduras. Otro saltamontes de hoja tropical tiene alas parduscas que parecen hojas secas. La semejanza es acentuada por unas señales próximas a los extremos que dan la impresión de que están rotas o torcidas. También existe una mántida de Oriente, *Brancsikia aeroplana,* que tiene abarquilla-

dos y parduscos los bordes de las alas, aumentando así la semejanza con hojas secas. Sobre las alas de una chicharra de Venezuela que me enseñó en una ocasión William Beebe aumentaban la eficacia del disfraz unas gotas de rocío y unas manchas de hongos perfectamente imitadas.

Probablemente el insecto más famoso en el mundo por su camuflaje es el *Kallima,* la mariposa hoja-muerta del Lejano Oriente. En *El Archipiélago Malayo,* Alfred Russel Wallace nos refiere su primer encuentro con esta notable mariposa. Cuando la encontró estaba recogiendo ejemplares en Sumatra, donde registraba los arbustos en busca de insectos y examinaba cuidadosamente sus redes para serpientes venenosas, las que con frecuencia eran quitadas de las ramas antes de extraerles los insectos que había cazado.

Dice el autor de la mariposa hoja-muerta: "Cuando vuela es muy visible. La especie no es rara en los bosques y matorrales secos, y con frecuencia me dediqué a cazar alguna, sin éxito, ya que, después de volar una distancia corta, se metía en un arbusto entre hojas secas o muertas, y aunque me deslizaba cuidadosamente hacia el lugar donde creía se había posado y la perdía de vista por algún tiempo, descubría al fin que estaba muy cerca de mis ojos, pero en su posición de reposo se parecía tanto a una hoja muerta pegada a su rama, que era casi seguro que engañaría a la vista aun mirándola fijamente.

"Una especie muy cercana, la *Kallima inachis,* habita en la India, donde es muy común. No hay dos iguales, pero todas las variedades corresponden a las hojas-muertas. Se encuentran en ellas todos los matices del amarillo, del ceniciento, del pardo y del rojo, y muchos ejemplares presentan manchas y motas formadas por pequeños puntos negros, tan parecidos a las colonias de pequeños hongos en las hojas, que a lo primero es casi imposible no creer que han nacido hongos en las propias mariposas."

En los Trópicos, los insectos llamados bastones presentan también algunos ejemplos sorprendentemente realistas de disfraz. Uno de los más notables lleva el nombre científico de *Achrioptera spinosissima.* De unos 15 centímetros de largo, su cuerpo verde y pardo se adorna con púas de color rojo brillante que parecen espinas. El insecto le parece a todo el mundo una ramita de escaramujo que se mueve sobre seis patas. Otro insecto bastón de los Trópicos, el *Palophus reyi,* mide casi 30 centímetros de largo. La parte exterior de su piel tiene unas arrugas que le dan un aspecto extraordinariamente parecido a la corteza seca de una rama muerta.

Estas similitudes favorecen a los insectos haciéndolos invisibles en el medio que los rodea. Pero a menudo es difícil comprender el beneficio que obtienen esos bichejos parduscos del mundo de los insectos, los *Membracidae,* de los fantásticos adornos que poseen. Es también en los Trópicos en donde se encuentran los ejemplos más espectaculares. Parece que la Naturaleza se desmandó, concibiendo cosas extraordinarias con el único fin de la originalidad. En algunas especies de saltamontes el protorax está abultado con adornos en forma de cuernos; en otras se levanta formando una corona alta y curvada; en otras toma la forma de lanza o de bolas. En algunas ocasiones tienen colores brillantes. Aunque los saltamontes arbóreos de los Estados Unidos están formados con menos extravagancia que los de los Trópicos, algunas especies se cuentan entre nuestros insectos de apariencia más extraña. Todos son pequeños, y muchas veces lo extraño de sus formas sólo se puede apreciar con ayuda de una lupa.

Cuando Carlos Darwin cruzó el Atlántico en 1832, al principio de su famoso viaje en el *Beagle,* el barco echó anclas en la desolada isla de San Pablo, a 869 kilómetros de la costa de América del Sur. "Ninguna planta —escribió Darwin—, ni siquiera un líquen, crece en esta isleta; pero está habitada por algunos insectos y arañas." La mayor parte de ellos eran parásitos de los pája-

ros bobos y otras aves marinas que se posaban en las rocas estériles, y uno era una palomilla pequeña de color café perteneciente al género que se alimenta de las plumas.

El desierto montón de rocas volcánicas de San Pablo, agrupadas y expuestas a la intemperie, es uno de los muchos lugares extraños donde los insectos pueden sobrevivir. Zancudos insectos acuáticos marinos patinan sobre las olas a centenares de kilómetros de la costa, y ponen sus huevecillos sobre plumas de pájaros y otros deshechos que flotan en el mar, y en ocasiones viven toda su vida sin ver nunca tierra. En el Ecuador se encuentran mariposas en los despeñaderos de los Andes, a 5,000 metros sobre el nivel del mar, en tanto que exploradores que escalaron los flancos del Himalaya han encontrado a esa altura, más o menos, mántidas Santa Teresa.

Insectos ciegos, blancos como la nieve, viven en cavernas, en las profundidades de la superficie de la Tierra. En los Estados septentrionales de los Estados Unidos los tisanuros saltan a través de los bancos de nieve durante los deshielos de febrero.

Algunas clases de moscas se crían en las aguas saladas del Great Salt Lake, y muchos insectos hacen sus nidos en las peligrosas proximidades de las plantas insectívoras, cuyas hojas tienen forma de jarro. Una larva pequeña muy curiosa pasa sus primeros días de vida nadando en pozos de petróleo, y para respirar utiliza un tubo muy delgado que atraviesa la superficie. Otro insecto puede vivir en el cieno de manantiales termales, donde el agua alcanza hasta 50° C.

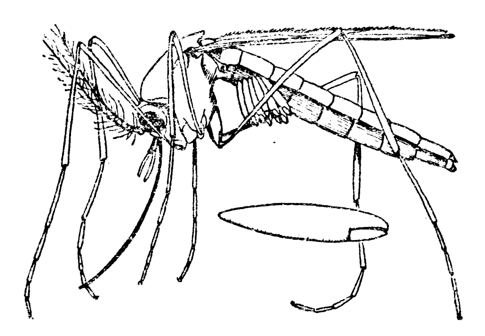
En el extremo opuesto está el insecto llamado chinche del hielo o reptil de las rocas alpinas, que habita en los escondrijos de las montañas frías, por lo general a una altura de unos 1,600 a 2,600 metros sobre el nivel del mar. Prefiere temperaturas de unos 3.3° C., a las que la mayoría de los insectos se duermen. Si el termómetro marca 26.7°, la chinche del hielo parece sufrir una postración debido al calor.

Dos insectos que pasan sus primeros días de vida en condiciones curiosas son conocidos en la mayor parte de los Estados Unidos. Estos insectos son la cresa cola de rata y el saltamontes rana, la forma inmadura de Cercopidae. El primero vive en agua estancada, prisionero en los agujeros de los troncos, o en otros fluidos de deshecho. Se cría en el fondo y el aire lo toma por medio de un tubo que forma su propia cola. En esta forma, como un buzo que recibe oxígeno a través de una manguera mientras trabaja en el fondo del mar, la larva puede permanecer sumergida el tiempo que quiera.

El pequeño saltamontes rana se rodea de burbujas y produce su clima adecuado. En primavera y verano aparecen sobre los tallos de hierba y de cizaña pequeñas masas de espuma. Son los castillos de espuma de los cercópidos. Una especie de bomba de bicicleta, formada por escamas imbricadas debajo de su abdomen, que forman una cámara en la que puede inyectarse y expelerse aire, permite al insecto producir espuma con el exceso de savia que chupa de la planta. Dentro de esa masa de burbujas, protegido de los rayos directos del sol y conservado húmedo por la espuma, el insecto inmaduro pasa sus primeros días de vida. Por millones de años ha venido empleando su primitivo sistema de acondicionamiento del aire.

Uno de los estudios clásicos del entomólogo francés J. Henry Fabre es el relativo al viaje aéreo de la larva áptera de la corraleja. Nacidas de los huevos depositados por el insecto hembra cerca de plantas en floración, la pequeña larva asciende lentamente por el tallo y se esconde entre los pétalos, hasta que una abeja silvestre se posa en busca de polen o néctar. Prontamente el joven escarabajo se prende de los pelos del dorso de la abeja y navega por el aire

como pasajero cuando el insecto alado vuela de regreso a su nido. Allí la larva se desprende. Ha encontrado su propia casa, un lugar donde estará provista de alimento abundante hasta el momento de transformarse en escarabajo adulto. No todas las larvas se adhieren a los insectos convenientes, pero lo que hacen es suficiente para continuar la especie por medio de esa ingeniosa estratagema.



Huevos de estro adheridos a un mosquito

Aún más notable es la serie de hechos aparentemente sin relación entre sí que transportan a su destino los huevos del estro del hombre. La hembra en vuelo no hace ningún esfuerzo para depositar sus huevecillos en la víctima definitiva. Por el contrario, visita las tierras encharcadas donde se crían los mosquitos. Allí coge un mosquito y deposita los huevos diminutos en la parte inferior de su abdomen. Después lo suelta y se va volando. Su trabajo está realizado. El mosquito —o cuando menos algunos de los mosquitos cargados con huevecillos de estro— finalmente se posa sobre un ser humano. Los huevecillos se encuentran en la parte de abajo del insecto, donde se ponen en contacto con la piel de la víctima. Los huevecillos así calentados se incuban mientras el mosquito chupa sangre y la larva diminuta hace su madriguera en la piel de su huésped involuntario.

Otra estratagema instintiva es empleada por una hormiga reina encontrada en Túnez. Después de su vuelo nupcial, en el que es fertilizada por un macho de su propia especie, desciende cerca del nido de una especie grande de hormiga. Las obreras la recogen y la arrastran a las cámaras subterráneas. Allí se refugia sobre la espalda de la reina sin ser molestada. Aprovechando una oportunidad, finalmente decapita a la reina y las obreras la aceptan como la nueva reina. De sus huevecillos salen obreras de su propia especie, y al final la colonia se transforma en una colonia de hormigas mucho más pequeñas.

William Morton Wheeler habla en su *Ants, their structure, development and behavior,* de una larva carnívora de mariposa que vive en los nidos de una hormiga australiana, alimentándose de las crías. Un caparazón especialmente duro la protege de los ataques de las hormigas adultas. Esta notable mariposa, *Liphyra brassolis,* fue estudiada en Queensland por F. P. Dodd en los primeros años del presente siglo. La mariposa adulta, al aparecer en el nido, está cubierta de escamas provisionales que le salvan la vida porque se quedan en las mandíbulas de las hormigas. Al exponer sus observaciones, escribe Dodd: "Así que las hormigas encuentran las escamas empiezan sus apuros. Las escamas se les pegan a los pies y dificultan sus movimientos, o si sus antenas o sus mandíbulas entran en contacto con cualquier parte de la mariposa, las escamas se adhieren a ellas, de suerte que la hormiga se encuentra en seguida en situación difícil y tiene bastante que hacer para librarse de sus estorbos, perdiendo todo interés por la mariposa. Es extremadamente cómico ver a las hormigas esforzándose por librarse de las escamas, moviendo las patas con torpeza y abriendo y cerrando las mandíbulas con evidente disgusto y perplejidad, y también se interesan mucho por el estado de sus antenas, porque las odiosas escamas no se despegan de ellas y las hormigas parecen sentirse muy abatidas."

Un número de insectos raros revelan sus características peculiares cuando se defienden de un ataque. La cantárida del sur de Europa está equipada con un fluido cáustico que la protege de sus enemigos. En tiempos antiguos estos insectos se utilizaban para hacer ungüentos y emplastos revulsivos. Diversos insectos comunes, como la conocida mariquita, tienen lugares débiles en las coyunturas de las patas, cuya ruptura deja escapar un fluido desagradable cuando son atacados. La mariposa monarca, notoria por sus migraciones estacionales, se dice que posee sangre que no gusta a los pájaros, y en esta forma reduce los peligros de un ataque.

Como el zorrillo o mofeta, entre los animales, confía en un olor ofensivo para repeler a sus enemigos, así también algunos insectos se protegen emitiendo olores desagradables. Todo el mundo conoce la chinche hedionda. El pulgón alado, un pequeño insecto membranoso de color verde pálido y ojos dorados, que pone huevecillos peciolados de los que nacen las larvas leonadas, que devoran hordas de piojos de las plantas, es la mofeta de los insectos en el mundo. Cuando uno lo maneja y expele su fluido desagradable el olor queda en las manos por horas.

A propósito, se dice que los piojos de las plantas, cazados por la larva del pulgón alado, emplean un método de sorpresa para defenderse ocasionalmente cuando se les acercan las mandíbulas chupadoras y falciformes de una larva leonada. Los rollizos pulgones producen, además del rocío dulce, una secreción cérea que acumulan en los extremos de dos tubos proyectados hacia atrás desde el abdomen. Antes de que el enemigo pueda hacer uso de sus mandíbulas, el pulgón a veces le vuelve la espalda y le arroja a la cara unas gotas céreas. Esta sustancia pegajosa detiene el ataque mientras la larva leonada se limpia la cera.

El escarabajo bombardero de dorso azul, *Brachinus fumans,* gana tiempo con astucia diferente. Cuando es perseguido por un enemigo emite una nube pequeña de gas de olor ofensivo. Este ataque con gas toma por sorpresa al perseguidor. El alto momentáneo de su enemigo es suficiente para que escape el escarabajo.

Estas son formas activas de defensa. Otros insectos utilizan formas pasivas. Fingen estar muertos para escapar de la muerte. Otto Plath, en su *Bumbleebes and Their Ways,* describe un ejemplo en el que una mosca cazadora luchaba con un abejorro dentro de una jarra de vidrio. La mosca, que llevaba la peor parte en el combate, de repente cayó de espalda como si hubiera recibido una herida mortal. Allí se quedó, aparentemente sin vida, hasta que Plath echó fuera de la jarra a ambos insectos. Entonces la mosca predatoria "muerta" levantó el vuelo y desapareció a gran velocidad. Las chinches atrapadoras, las mariquitas, las mariposas monarcas y una lista larga de otros insectos "zarigüeyos" se fingen muertos. Algunos de los insectos llamados bastones o campamochas se quedan rígidos y aparentemente sin vida cuando algo los alarma. En un caso, uno de esos insectos se fingió muerto durante seis horas y permaneció rígido como un tronco todo aquel tiempo.

Amplio margen cubren los gigantes y los enanos entre los insectos. La gran mariposa atlas de la India, que mide treinta centímetros con las alas extendidas; un insecto bastón de cerca de cuarenta centímetros de largo; el escarabajo Hércules de África, que vuela por las tardes con un zumbido parecido al de un aeroplano que se acerca: todos éstos son ejemplos de insectos gigantes. Entre los pigmeos están los microlepidópteros, escarabajos tan diminutos que literalmente pueden pasar por el ojo de una aguja, y las moscas hadas, construidas a escala tan pequeña, que sólo miden un centésimo de pulgada de la cabeza a la cola, aunque son perfectas en todas sus partes.

Además de las singularidades de tamaño entre los insectos, existen tam-

bién innumerables rarezas de forma. En Egipto, cerca de las pirámides, los primeros entomólogos descubrieron una hormiga-león singular, con un cuello delgado y largo. Sus mandíbulas, parecidas a un calibrador, semejan estar al extremo de un brazo extendido. Ese cuello tubular, en muchos casos, es más largo que el resto del cuerpo del insecto. Se ha sugerido que esa longitud del cuello permite al insecto alcanzar a su presa en ranuras profundas. Toda ninfa de libélula tiene un labio extensible que alarga como un brazo para cazar a sus víctimas bajo el agua. Al final del labio tiene unos garfios prensiles con los cuales la ninfa se lleva a su víctima a la boca.

El escarabajo negro de la madera descubierto por Alfred Russel Wallace en las Molucas es un insecto de patas delanteras enormes, más de dos veces más largas que el resto del cuerpo. Este escarabajo, *Euchirus longimanus,* tiene una longitud de unos 20 centímetros con las patas extendidas. Otro insecto curioso del Archipiélago Malayo es la mosca astada. Varias especies tienen protuberancias en la cabeza que recuerdan los cuernos de un venado, alce o anta en miniatura.

Aún más notable es la mosca de ojos saltones del África del Sur, *Diopsis apicalis.* Como el pez martillo, tiene los ojos proyectados hacia afuera a ambos lados de la cabeza. Los pedúnculos a los que están adheridos son tan largos, que la distancia de un ojo a otro es un tercio más larga que el cuerpo desde la cabeza a la cola.

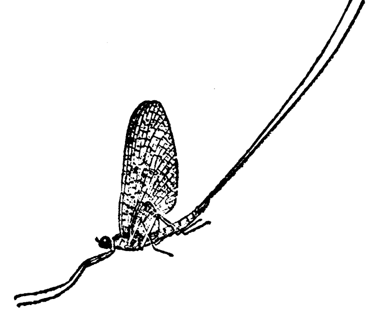
Un abdomen con sorprendente capacidad de distensión caracteriza a la ninfa del *Rhodnius* chupador de sangre. En pocos minutos, una de esas ninfas puede distenderse hasta contener sangre por un peso doce veces mayor que su peso original. En tanto digiere su descomunal alimento, el abdomen se contrae suavemente como cuando se desinfla un balón. Del mismo modo, el abdomen de las hormigas mieleras del Suroeste posee la habilidad de expandirse enormemente. Ciertos miembros de la colonia actúan como tanques de almacenamiento del rocío dulce que llevan las obreras. No salen nunca del nido. Con el abdomen tan lleno no pueden caminar y se adhieren al techo de sus galerías subterráneas, regurgitando el alimento para las obreras cuando lo necesitan.

Deben contarse otras muchas hormigas entre los insectos raros. En *Ant-Hill Odyssey,* William M. Mann habla de la recolección de una especie que los nativos de Brasil conocen con el nombre de "Hormiga terrible". Con una longitud de 2.4 centímetros de largo, se dice que su picadura produce una fiebre peligrosa. Hace cien años, cuando Henry W. Bates recogía insectos en la cuenca del Amazonas, encontró aldeas que habían sido abandonadas a causa de una invasión de hormigas de fuego. Estos pequeños insectos rojos tienen aguijones como agujas calentadas al rojo. También existen las hormigas soldados, que caminan por la selva en largas hileras; las hormigas que hacen esclavos, que invaden otras colonias para adueñarse de las ninfas; la hormiga arbórea de la India, *Oecophylla smaragdina,* que usa sus larvas como un medio para coser las hojas formando nido, para lo cual pasan las larvas productoras de seda del borde de una hoja al borde de otra repetidamente, hasta conseguir unirlas sólidamente. Dentro de esos resguardos de hojas, las hormigas guardan pequeños insectos que producen miel de rocío, un fluido dulce que sirve de alimento a las hormigas.

La miel de rocío es tan apetecida por las hormigas, que se la ha llamado su "plato nacional". A otros insectos les gusta una variedad de cosas, a veces sorprendentes. Esa cabra del mundo de los insectos que es el escarabajo boticario consume 45 sustancias diferentes, entre ellas algunas tan venenosas como el acónito y la belladona. Otros insectos comen cigarros, emplastos de mostaza y pimientos rojos. Las hormigas se han mostrado resistentes al cia-

nuro. Las termitas pueden digerir la celulosa de la madera a causa de la ayuda de diminutos organismos contenidos en sus intestinos. En el caso de ciertos insectos, una dieta reducida retarda su crecimiento. Algunas larvas barrenadoras, como las de los escarabajos cerambícidos, en ocasiones viven en las maderas de las casas o en los muebles por años, después de haber sido instaladas; así, por ejemplo, un escarabajo adulto que salió del poste de un soportal que llevaba instalado veinte años. La madera seca carece de las cualidades nutritivas que tienen los árboles vivos y el crecimiento de las larvas es muy lento, de suerte que pasan largos períodos de tiempo antes de que lleguen a la madurez. La ninfa de la cigarra periódica pasa bajo el suelo más de quince años, haciendo túneles en las tinieblas antes de emerger a su corta vida de adulto.

En las actividades de apareamiento y reproducción de los insectos encontramos algunos de los hábitos más extraños. El escarabajo llamado reloj de la muerte, tan conocido en los cuentos de fantasmas que habitan los viejos castillos, golpea la cabeza contra el techo del túnel que ha abierto en la madera para enviar una especie de mensaje a su pareja. Para llamar la atención de las hembras en la época de celo, los machos de ciertas moscas sueltan pequeñas burbujas brillantes de espuma. Algunas moscas calcídidas, que viven parásitas en orugas, tienen la facultad de poner huevos que se reproducen por sí mismos. Pueden producir más de 2,000 larvas depositando un solo huevo calcídido en el cuerpo de la víctima. Durante la vida de una termita reina de los trópicos pueden salir de su cuerpo hinchado más de 10 millones de huevos.



Una mosca de mayo, Stenomena canadense

L. C. Miall, en *The Natural History of Aquatic Insect,* habla de una mosca diminuta encontrada en Inglaterra, bajo la corteza de álamos, sauces y hayas. Esta mosca produce pequeñas larvas vivíparamente "que escapan rasgando el cuerpo de su progenitor y produciendo a su vez otras larvas en la misma forma".

Éstas parecen criaturas fantásticas y de costumbres caprichosas. Mas para quien ve con ojos jóvenes las costumbres viejas, dadas por sabidas y más comunes de los insectos familiares —las mariposas, los saltamontes y las hormigas que vemos todos los días a nuestro alrededor—, hay en los sucesos de sus vidas muchas cosas que causan asombro y admiración. Un siglo atrás, esas cosas sorprendentes y extrañas de los insectos familiares fueron expresadas elocuentemente, al describir las metamorfosis de una palomilla, en las primeras páginas de la naciente entomología, por William Kirby y William Spence.

"Si un naturalista anunciase al mundo —escriben—, el descubrimiento de un animal que primero existió en forma de serpiente, que después penetró en la tierra y, tejiendo una mortaja de pura seda de la textura más fina, se contrajo dentro de esa cubierta en un cuerpo sin boca ni miembros externos, y que se parecía, más que nada, a una momia egipcia, y la cual, después de permanecer en este estado, sin alimento ni movimiento, rompiera su mortaja de seda al final de aquel período luchando por quitarse la tierra que la cubría y entrara en la vida como un ave alada, ¿qué sensación creéis que produciría esa extraña manifestación de inteligencia? Después de desvanecidas las primeras dudas acerca de su verdad, ¡qué asombro causaría! ¡Cuántas conjeturas, cuántas investigaciones entre los sabios! ¡Aun los más torpes acudirían en tropel a la vista de semejante prodigio!"

EDWIN WAY TEALE, *ex presidente de la New York Entomological Society y autor de numerosos libros sobre insectos, entre ellos* Grassroott Jungles, The Boys' Book of Insects, Near Horizons, The Golden Throng North with the Spring. *Sus libros han aparecido en inglés, español, francés, sueco, finlandés y en ediciones Braille.* Near Horizons *fue premiado con la medalla John Burroughs para obras distinguidas de Ciencias Naturales. En 1949, el señor Teale editó un volumen que contenía diversos escritos de Fabre, titulado* The Insect World of J. Henry Fabre.

Insectos fósiles

Frank M. Carpenter

ESCRITA en las rocas de Colorado, Kansas, Oklahoma y otros muchos lugares está la historia de los insectos en épocas anteriores a la aparición del hombre sobre la Tierra.

Los insectos cayeron atrapados, cogidos en fango o en resina pegajosa, por lo que dejaron un registro permanente, tal como lo dejaron los dinosauros, los moluscos y las plantas que ensanchan nuestro conocimiento de su evolución. Se han descrito unas 12,000 especies de insectos fósiles. Se han recogido miles y miles de especímenes.

Los insectos fósiles no se encuentran en tantos yacimientos ni localidades como la mayor parte de los otros invertebrados. Como otros organismos, los insectos se han conservado en estado fósil por una serie de acontecimientos que tuvieron por resultado su enterramiento en un medio adecuado. Es necesario un enterramiento inmediato para que se conserve todo el insecto; de otra manera, las partes del cuerpo se reblandecen y caen, y sólo quedan las alas. Éstas se descomponen más lentamente y, por tanto, pueden conservarse en condiciones menos favorables. Esta es la razón por la que muchos ejemplares de insectos fósiles consisten únicamente en las alas. Cuando las condiciones fueron buenas para la conservación de los insectos, ordinariamente se encuentran gran número de fósiles.

Un ejemplo de esa abundancia lo proporcionan las pizarras terciarias de Florissant, Colorado, E. U. A., donde se han encontrado más de 60,000 ejemplares. La pizarra se formó hace unos 40 millones de años, en un lago poco profundo, que se extendía entre varios valles muy estrechos y estaba bordeado por montañas graníticas. Algunos volcanes cercanos hacían erupción frecuentemente y esparcían cenizas y restos de rocas sobre una superficie grande. Sea que los insectos estuvieran volando o que fueran lanzados sobre el lago en aquellos momentos, las cenizas los hicieron caer al agua y quedaron enterrados rápidamente.

Se han encontrado insectos fósiles en cerca de 150 localidades de diversas partes del mundo. Unas nueve décimas partes de los ejemplares fueron recogidas en 12 de esos depósitos. El resto se encontró en rocas menos productivas. Pero algunas de estas últimas son importantes debido a su posición geológica. Una de ellas son las pizarras de Commentry, en la parte central de Francia. Fueron depositadas por un lago profundo de aguas dulces que existió en la época carbonífera superior, hace unos 250 millones de años. Se han encontrado en pizarras alrededor de 1,500 especímenes. Están bien conservados y son casi los insectos más antiguos que se conocen.

Otro yacimiento, notable por la abundancia de fósiles, así como por sus edades, es la roca caliza de Elmo, en la parte este del Estado de Kansas. La roca, de grano fino y casi blanca, la depositó un lago poco profundo de agua dulce habitado por insectos acuáticos, crustáceos y pequeños límulos o cangrejos bayoneta. Un coleccionista puede recolectar 50 insectos al día, quebrando cuidadosamente la roca caliza después de extraída y seca. La mayor parte de los fósiles están admirablemente bien conservados. Algunos muestran aún la coloración y pequeños pelos en las alas. Hasta ahora se han colectado allí cerca de 10,000 especímenes.

Una formación análoga de roca caliza, pero de mayor extensión, se descubrió en 1940 en la parte norte del Estado de Oklahoma. Se originó en un lago salino de poca profundidad, carente de vida, excepto algas y crustáceos bivalvados (Conchostraca). La mayor parte de los insectos conservados allí probablemente fueron llevados al lago por las avenidas.

La piedra caliza litográfica de Baviera, famosa por vertebrados fósiles como los reptiles voladores y por los pájaros más antiguos, no es tan importante por sus insectos. Se han encontrado allí algunos miles de especímenes, pero sólo están bien conservados menos de la décima parte de ellos.

El más rico de todos los yacimientos es el ámbar del Báltico, en Alemania. El material es, en sí mismo, la resina fósil de un pino extinguido *(Pinites succinifera)*. El bosque de pino de ámbar existió por algunos millones de años durante el primer período terciario, y se extendía desde Bornholm y Rügen por el Sur hasta el mar Blanco y el río Ural por el Este. Los límites por el Norte y el Oeste son inciertos debido a que esas regiones se encuentran cubiertas por el Océano. De cualquier manera, la acumulación local de la resina a lo largo de la costa de Prusia Oriental es el resultado de los lavados ocasionados por las inundaciones del bosque. Los insectos y otros invertebrados pequeños que fueron aprisionados en la resina de los troncos de los árboles se conservan con gran detalle y perfección. Cuando menos se han encontrado 150,000 insectos en el ambar.

La primera constancia geológica de los insectos todavía es insegura. Fragmentos de artropódos pequeños que se han encontrado en un cuarzo devónico de Escocia fueron clasificados por varios entomólogos como Collembola (tisanuros), pero su identidad será dudosa hasta que se sepa más sobre ellos. Los insectos indiscutiblemente más viejos se encontraron en rocas de comienzos de la época carbonífera superior, hace aproximadamente 250 millones de años. Solamente son conocidos tres de estos fósiles, uno de Checoslovaquia, otro de Alemania y otro de Pennsylvania, y de cada uno de ellos sólo se conserva una ala. Cualesquiera otras cosas que puedan inferirse de esos especímenes, lo cierto es que en aquella época existieron insectos con alas completamente desarrolladas.

Los insectos están mejor representados en las rocas del carbonífera superior más avanzado que en las de comienzos de ese período, así que por lo menos existe un conocimiento más efectivo de la fauna entomológica de dicho período. Se han reconocido seis órdenes de insectos, todos ellos extinguidos, excepto uno. El más interesante fue el de los Palaeodictyoptera, que eran de tamaño mediano y se parecían a moscas de mayo. Como algunos de los Palaeodictyoptera estaban más generalizados que cualquiera de los otros insectos alados conocidos, el grupo, en su conjunto, es considerado como la estirpe ancestral de donde se han derivado todos los insectos alados. Hasta donde nosotros sabemos, todas las especies del orden tenían un par de lóbulos membranosos en el primer segmento torácico. Los lóbulos parecen homólogos con las alas funcionales de los otros dos segmentos torácicos y son considerados como indicadores de los pasos para llegar a desarrollarse las alas funcionales. Desgraciadamente, se desconocen las fases inmaturas de los Palaeodictyoptera. El orden alcanzó su máximo desarrollo en el período carbonífero, pero persistió en el período pérmico.

Los insectos más espectaculares de los períodos carbonífero y pérmico fueron los Protodonata, que se parecían a las libélulas. Las partes masticadoras de la boca eran robustas, y las patas, como las de las verdaderas libélulas, estaban cubiertas de fuertes espinas. Sin duda fueron predadores y cazaban sus víctimas en el vuelo para devorarlas mientras descansaban en los helechos gigantes o en otras plantas primitivas. Todos los Protodonata eran grandes, y algunos, verdaderos gigantes, con una envergadura de más de 75 cm. con las alas extendidas y un cuerpo de 38 cm. de largo. Especímenes de estas grandes especies se han encontrado en las rocas de Francia, Kansas y Oklahoma. Como en aquel tiempo no existían pájaros ni otros vertebrados voladores, probablemente dominaban el aire aquellos grandes insectos. No se han encontrado ninfas suyas, pero probablemente fueron acuáticas y parecidas a las de las libélulas verdaderas o las libélulas doncellas.

El único orden o grupo de familias que subsiste de insectos de los que se sabe existieron en el período carbonífero es el Bláttidae, o cucarachas. Sus restos constituyen un porcentaje alto de insectos de aquel período, pero es probable que se deba, en parte, a las condiciones favorables que prevalecieron en los pantanos de la época carbonífera que dieron origen a los yacimientos. Algunas formaciones de ese período, tales como los estratos de carbón de Pennsylvania, han producido solamente cucarachas. El tamaño medio de las cucarachas del carbonífera era algo mayor que el de las especies actuales, pero ninguna forma fósil excede en tamaño a ciertas especies actuales de los Trópicos. La diferencia entre las cucarachas antiguas, que existieron hace unos 250 millones de años, y las de hoy, es extraordinariamente pequeña y afecta principalmente a la posición de las nervaduras de las alas.

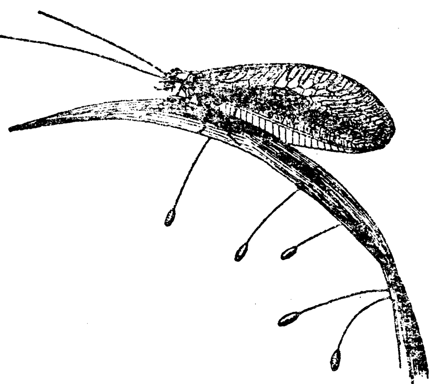
Al principio del período pérmico, unos 50 millones de años después de la aparición de los primeros insectos, ocurrió un señalado cambio en los insectos.

EDADES GEOLÓGICAS DE LOS ÓRDENES DE INSECTOS QUE HOY SUBSISTEN

Nombre del orden	*Primera constancia geológica*
Collembola	Devónico [?].
Entotrophi	Terciario medio.
Thysanura	Jurásico.
Odonata	Pérmico inferior.
Ephemeroptera	Pérmico inferior.
Plecoptera	Pérmico superior.
Orthoptera	Triásico.
Orthoptera (Bláttide)	Carbonífero superior.
Isóptera	Terciario inferior.
Dermáptera	Jurásico.
Embióptera	Terciario inferior.
Corrodentia	Pérmico inferior.
Mallophaga	[No se conoce ningún fósil].
Hemíptera	Pérmico inferior.
Anoplura	Cuaternario.
Thysanoptera	Pérmico superior.
Mecoptera	Pérmico inferior.
Neuróptera	Pérmico inferior.
Trichoptera	Jurásico.
Díptera	Jurásico.
Siphonaptera	Terciario inferior.
Lepidóptera	Terciario inferior.
Coleóptera	Pérmico superior.
Strepsíptera	Terciario inferior.
Hymenóptera	Jurásico.

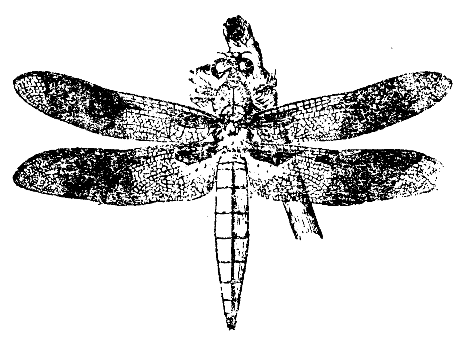
Aunque todavía existían los diversos órdenes extinguidos que aparecieron en el carbonífero, otros órdenes que aún viven, aparte de las cucarachas, ya estaban representados. Al lado de las libélulas gigantes hubo diminutos piojos masticadores, que medían sólo unos tres milímetros de una punta a otra de las alas. En conjunto, la fauna de insectos del pérmico inferior, fue muy diversa, de hecho mucho más que cualquier otra fauna de insectos conocida. Había una representación casi igual de los órdenes extinguidos del carbonífero y de los órdenes subsistentes relativamente especializados. Aumentaban, además, aquella diversidad otros varios órdenes extinguidos, encontrados únicamente en los estratos pérmicos. Uno de esos órdenes, el Protelytroptera, comprendía insectos parecidos a los escarabajos, con élitros bien desarrollados, pero se relacionaban estrechamente con las cucarachas y no tenían afinidades con los coleópteros. Los órdenes subsistentes que aparecieron al principio del pérmico comprenden tipos como los Ordonata (libélulas), Ephemeroptera (moscas de mayo), Corrodencia (piojos masticadores), Hemíptera (chinches), Neuróptera (crisopos) y Mecóptera (panorpos). Los crisopos y los panorpos son especialmente notables porque sus especies vivientes tienen metamorfosis completas. Los Coleoptera y las Plecoptera se encuentran por primera vez en los últimos estratos pérmicos, pero es posible que hayan existido anteriormente en ese mismo período.

Al empezar la era mesozoica cambió aún más marcadamente la fauna insectil. En realidad, el contraste entre la fauna arcaica del pérmico y la relativamente moderna del triásico es tan grande como el que existe entre las faunas del triásico y de los períodos recientes. Ninguno de los órdenes extinguidos subsistió después de iniciado el mesozoico, pero se encuentran algunas familias subsistentes en los estratos del triásico. Entre los insectos notables de ese período se contaban ciertas especies australianas emparentadas con los Orthoptera, que tienen en las alas un gran aparato estridulatorio. Esto constituye la primera constancia de la producción de sonidos por los insectos. Como en la época en que vivieron esos insectos no había pájaros ni otros vertebrados que produjesen los sonidos animales ordinarios, es posible que dichos insectos estridulantes y sus parientes fuesen las criaturas más ruidosas de aquellos tiempos.



Piojo alado ojo dorado

La fauna insectil jurásica se pareció mucho a la del triásico, salvo que existían más familias. En realidad, la apariencia de esa fauna es tan moderna, que si viésemos una colección de especies jurásicas clavadas con alfileres a la manera usual no parecerían muy diferentes de nuestras colecciones actuales, excepto que probablemente no habría visitantes de las flores, como las abejas y los abejorros. Este es un gran contraste con la situación de la fauna vertebrada de aquel tiempo, que comprendía dinosauros, reptiles voladores y pájaros dentados. Al empezar el pe-



Una libélula **Plathemis lydia**

ríodo siguiente, el cretáceo, aparecieron las plantas florales y con toda probabilidad las siguieron inmediatamente los tipos de insectos asociados con esas clases de plantas. Nuestros conocimientos de los insectos cretáceos son, desgraciadamente, insignificantes debido a la carencia de suficientes ejemplares.

Los primeros estratos terciarios han proporcionado un porcentaje más elevado de géneros subsistentes que el jurásico, especialmente de moscas, escarabajos, libélulas y verdaderas chinches. Los insectos del ámbar del Báltico, que se consideran hoy día del principio de la edad terciaria, son importantes porque permiten hacer comparaciones seguras con los géneros y las especies existentes. Los estudios de familias de insectos del ámbar han revelado que el grado de evolución que tuvo lugar desde los primeros tiempos del terciario varía para las diferentes familias. Por ejemplo, la fauna de hormigas del ámbar del Báltico comprende 43 géneros, de los cuales el 24, o sea el 55 por ciento, existen en nuestros días, mientras que los géneros de abejas del ámbar se han extinguido todos menos uno. En este respecto, es notable que William Morton Wheeler, quien hizo un extenso estudio de las hormigas del ámbar, encontrara ocho especies de ellas que no podía diferenciar de las especies hoy vivientes. Además, descubrió que los hábitos sociales de las hormigas del ámbar estaban tan organizados como los de las existentes, con sus castas, sus obreras polimórficas y hasta la asociación con los pulgones. Como esto fue hace ya 50 millones de años, antes de la época en que aparecieron la mayor parte de las familias de mamíferos hoy existentes, es indudable que la organización social de las hormigas es mucho más antigua que la nuestra.

Aunque los insectos del terciario no contribuyen tanto a nuestro conocimiento de la evolución de los insectos como los fósiles más antiguos, nos dan información sobre los cambios de distribución geográfica de los géneros y de las familias desde los albores del terciario. Muchos géneros y familias que se han encontrado en el ámbar del Báltico no existen ahora en Europa, y de algunos otros se sabe que únicamente se han hallado en lugares tan distantes entre sí como Australia y América del Sur. Lo anterior es también cierto respecto de los insectos del terciario de otras partes del mundo. Las pizarras de Florissant (terciario medio), en Colorado, han porporcionado algunas especies de crisopos de la familia Osmylidae, grupo que ya no existe en Norteamérica. Pueden citarse cientos de ejemplos de esta naturaleza. La significación de tales cambios en la distribución no está clara, y no lo estará hasta que se reúnan más pruebas y se puedan correlacionar con los registros de fósiles de otros grupos de animales y plantas.

TABLA DE LOS PERÍODOS GEOLÓGICOS

Era	*Período*	*Tiempo aproximado (en millones de años).* Duración del período	*Tiempo aproximado (en millones de años).* Desde el principio del período
Cenozoica (época de los mamíferos y del hombre)	Cuaternario	1	1
	Terciario	69	70
Mesozoica (época de los reptiles)	Cretáceo	50	120
	Jurásico	35	155
	Triásico	35	190
Paleozoica (época de los vertebrados y vertebrados primitivos)	Pérmico	25	215
	Carbonífero: Superior	35	250
	Carbonífero: Inferior	50	300
	Devónico	50	350
	Silúrico	40	390
	Ordoviciense	90	480
	Cambriano	70	550

Un estudio detallado de la historia geológica de los insectos, que yo solamente he bosquejado, evidencia ciertos cambios progresivos en la estructura y el desarrollo que confirman las conclusiones sobre la evolución de los insectos a que se ha llegado por la investigación embriológica y morfológica. Aunque esto continúa siendo tema de controversia, tenemos a mano suficientes pruebas, derivadas de estas tres fuentes, que indican los pasos importantes en la evolución de los insectos. Sin embargo, no existe prueba fósil sobre el problema del origen de los insectos. Los insectos más viejos que se conocen no muestran transición hacia otros artrópodos. Por otro lado, estudios morfológicos y embriológicos efectuados principalmente desde 1935 han señalado hacia el origen probable de los insectos a partir de algunos artrópodos terrestres, emparentados con los extintos Symphyla. El tiempo en que aparecieron es conjetura solamente, pero juzgando por los registros de fósiles podemos concluir que se remonta por lo menos al carbonífero inferior (mississipiano).

Los estudios morfológicos de los insectos existentes prueban que los primeros insectos verdaderos fueron ápteros (Apterygota), como los Thysanura (pescaditos de plata) y los Entotrophi, combinando las características generalizadas de ambos grupos.

La aparición de los insectos alados (Pterygota) fue el primer paso grande evolutivo dentro de la línea de los insectos. El origen de las alas no está claro; probablemente se desarrollaron de aletas laterales, como las del primer segmento torácico de los Palaeodictyoptera. Los insectos voladores primitivos, llamados Palaeóptera, representados por los Odonata, los Ephemeroptera y algunos órdenes extintos, no podían, en posición de reposo, flexionar las alas sobre el abdomen.

El segundo cambio evolutivo importante fue el desarrollo de una articulación que hizo posible recoger las alas sobre el abdomen cuando el insecto no volaba. Todos los Pterygota existentes, excepto los Odonata y los Ephemeroptera, pertenecen a esta categoría, llamada Neóptera. La adquisición de este mecanismo para flexionar las alas fue un cambio importante, porque permitió a los insectos, tanto en estado adulto como inmaduro, esconderse entre restos de rocas, bajo las piedras o bajo maderos. Los primeros tipos de neópteros tenían una suerte de desarrollo postembriónico simple o directo, y generalmente se les llama Neóptera hemimetabolos.

El tercer cambio evolutivo importante consistió en llegar a una metamorfosis de tipo más completo, con fases de ninfa y de larva, que dio por resultado los Neóptera metabolos.

El registro de los insectos fósiles, aunque incompleto, nos ha dado una idea general de la época en que acontecieron esos sucesos. La existencia de dos órdenes de insectos (Mecoptera y Neuroptera) con metamorfosis completa en las rocas del pérmico inferior, sólo puede significar que este paso se logró cuando menos en una época avanzada del carbonífero superior. Análogamente, la presencia de especies con alas aptas para la flexión a comienzos del carbonífero superior revela que los Neóptera hemimetabolos aparecieron en el carbonífero inferior. Infortunadamente, como no se han encontrado insectos en estratos más antiguos que los del período carbonífero superior, no tenemos verdadera constancia de la existencia de Palaeóptera antes de los Neóptera, ni hay, por lo demás, ninguna constancia paleozoica de los Apterygota. Pero a causa de que todas las pruebas obtenidas en otras fuentes indican el carácter primitivo de estas dos categorías, podemos inferir que los palaeóptera precedieron a los Neóptera y, por tanto, que existieron al principio del carbonífero inferior. En forma similar, podemos deducir que los Apterygota, que deben haberlos precedido, aparecieron sin duda anteriormente, en los albores del carbonífero inferior o, más probablemente, en el devónico. En cualquier forma, la conclusión que puede

sacarse de los registros es que los tres pasos principales en la evolución de los insectos tuvieron lugar antes de finalizar el período carbonífero, hace aproximadamente 250 millones de años. Desde entonces no les ha ocurrido a los insectos nada de pareja importancia.

Otra contribución que han hecho los insectos fósiles a nuestros conocimientos sobre la evolución del grupo concierne al aumento de los números relativos de las especies con metamorfosis completa en los períodos geológicos desde el pérmico inferior. A partir del comienzo del pérmico, durante el cual únicamente el 10 por ciento de las especies conocidas tenían metamorfosis completa, ha habido un aumento hasta el 88 por ciento en nuestros tiempos. El cambio más rápido (del 10 al 40 por ciento) parece que aconteció en el intervalo del período pérmico. Aunque existe la posibilidad de que este cambio tan marcado en la población de los insectos se haya efectuado realmente en aquel tiempo, la explicación más probable es que la metamorfosis completa apareció en tiempos geológicos más antiguos que el pérmico inferior, y que el cambio se realizó de modo más gradual.

Estos son dos ejemplos del modo como ha contribuido el estudio de los insectos fósiles a nuestro conocimiento de la evolución de los insectos. Todo indica que los insectos fueron tan numerosos sobre la Tierra como lo son ahora por lo menos desde el período jurásico, o sea durante unos 150 millones de años; y además que la fauna insectil de nuestro tiempo no es más que una pequeña porción del total de los insectos que han existido en los 250 millones de años pasados. No es, pues, sorprendente que nuestros conocimientos sobre la evolución de los insectos dependa en gran parte de lo que sabemos sobre esa población extinguida.

FRANK M. CARPENTER *es profesor de entomología, desempeña la cátedra Alejandro Agassiz" de zoología y es conservador de los insectos fósiles del Museo de Zoología Comparada en la Universidad de Harvard. Se incorporó al personal de Harvard en 1932 e hizo investigaciones sobre insectos fósiles, sobre la evolución de los insectos y sobre la taxonomía de los Mecoptera y los Neuroptera.*

Cómo viven los insectos

E. O. Essig

DURANTE unos 250 millones de años los insectos han podido florecer en la tierra y en el agua, en las arideces árticas y en las junglas de los Trópicos, en los desiertos y en las praderas, porque realizaron adaptaciones especiales y maravillosas para soportar toda la variedad de condiciones de este mundo. No sólo unas cuantas, sino literalmente miles de especies, que representan prácticamente todos los órdenes, viven juntas en casi todas las circunstancias ecológicas.

Sobrevivieron durante todo ese tiempo sin sufrir grandes cambios en su tamaño y forma y sin que se haya reducido su número. En competencia directa con todas las demás formas de vida superiores sobre la Tierra, los insectos mantienen la supremacía, tanto por lo que se refiere al número de especies como a la de individuos. Solamente algunas formas microscópicas inferiores, como las bacterias, los sobrepasan.

Es más fácil describir las notables adaptaciones de los insectos que explicar las razones de ellas. Es difícil saber si lo más importante fueron las estructuras

del cuerpo y las complicadas historias de su vida o los factores del medio. Otros muchos factores participaron quizá en el proceso largo y lento del cambio y la adaptación.

Consideremos en primer lugar como factor de supervivencia la posición dominante del insecto hembra. Ella es la base, la perpetuación y la multiplicación de la especie. En muchas especies ella lo es todo; los machos no existen. Las termitas reinas de las especies tropicales que se alimentan con hongos pueden vivir medio siglo. Ciertas termitas reinas australianas pueden poner hasta 360 huevos en una hora, 8,640 en un día y 3.153,000 en un año, y pueden continuar su postura sin interrupción por 25 a 50 años.

La partenogenesis, o reproducción sin fecundación de la hembra, no es cosa rara entre los insectos. Los ejemplos más comunes se encuentran entre los áfidos. Ciertas especies tienen en su ciclo vital tanto la forma partenogenésica como la sexual de reproducción. En las regiones tropicales y calientes no se encuentran machos, y sin embargo las hembras continúan su postura año tras año, produciendo únicamente individuos de su propio sexo. Un fenómeno similar se encuentra entre los cóccidos, o insectos escamas, y entre otros muchos gorgojos, moscas serradoras, cinípedos, avispas betílidas, ciertas abejas y parásitos himenópteros. Entre las abejas melíferas, hembras sin fecundar pueden producir solamente machos. En ciertos parásitos, una especie puede producir únicamente hembras y otra únicamente machos. Una raza de abeja melífera común de África del Sur se dice que produce partenogenéticamente no sólo machos y obreras, sino hasta reinas. Algunas hormigas se reproducen por medio de huevos no fecundados. De este modo, encontramos que la reproducción partenogenética produce sólo machos en muchos de los insectos, aunque las hembras no sean raras, en tanto que entre los áfidos y los cóccidos sólo se producen hembras.

El polimorfismo es una cualidad dentro de la cual se encuentran adultos de dos o más formas distintas del mismo sexo. También existen formas larvarias polimórficas. Como ejemplo, en el género áfido *Peryphyllus* existen hasta 17 formas distintas reconocibles, algunas de las cuales son tan diferentes de las otras que se han tomado por especies distintas. Entre los insectos sociales, especialmente entre las hormigas y las termitas, el polimorfismo alcanza su punto culminante en el mundo de los insectos. En la especie de Eutermes existen hasta 12 series distintas de castas y formas.

Entre las muchas cualidades de idoneidad de los insectos están la dureza, la elasticidad y la resistencia del exc-esqueleto, con su capacidad de renovación y su resistencia contra los productos químicos corrosivos; los numerosos aparatos de protección, tales como rugosidades, espinas y escamas, así como las alas plegadizas; el gran número de patas; la capacidad para desprenderse y aun para regenerar ciertos apéndices sin que ello interfiera apreciablemente con los procesos vitales y reproductores; la coloración que los protege y los medios para mimetizarse; la secreción de ceras, resinas y materias glandulares ofensivas que usan para protegerse; gases y fluidos venenosos que desprenden de sus cuerpos; fluidos y gases orgánicos venenosos; pelos como aguijones, y otros recursos; sus moradas, especialmente construidas en los tejidos de las plantas, en el agua, en el suelo o en despojos; cápsulas de madera, tierra, cera o papel que los envuelven y protegen; las telas, capullos, saliva, nidos y líquidos irritantes; los hábitos de parasitismo interno en otros animales huéspedes; las otras formas innumerables de protección y de huida de sus enemigos naturales a través de complicados procesos de desarrollo; los métodos de escape mediante una coloración protectora y la simulación, fingiéndose muertos, saltando, emitiendo luz y alzando el vuelo; la agresividad de que son ejemplos las hormigas, los mosquitos, las abejas, las avispas; la habilidad para morder y picar; la capacidad de reproducirse en tal número, que se sobrepone a casi

todos los factores adversos, incluyendo a los animales de gran tamaño y a los seres humanos.

Esas son las armas con las que los insectos cuentan contra las incursiones del hombre en los bosques, en la vegetación nativa y en otros habitats de los insectos, el cultivo de viejas praderas naturales, la desecación de lugares acuáticos de apareamiento y los medios de control químicos y biológicos. Por eso los insectos rara vez pueden ser exterminados. De hecho, muchas especies beneficiadas por las inmensas superficies sembradas con productos especiales de granja, en realidad han aumentado a causa de las actividades agrícolas del hombre.

Como ya he dicho, los insectos por lo general solamente han ocupado superficies terrestres y zonas de aguas dulces. En tierra, ocupan todas las regiones, con excepción de la ártica y la antártica, permanentemente cubiertas de hielo. Viven en el suelo, en agua dulce y salobre, y dentro y encima de todas las clases de animales y plantas imaginables. Los insectos, aun las formas acuáticas, siempre se encuentran asociados con la flora y la fauna de cada región. Las asociaciones pueden ocasionar algunos perjuicios a la vida de las plantas y de los animales, o pueden ser mutuamente beneficiosas tanto para los huéspedes como para los insectos; a pesar de los daños causados por las langostas, orugas, gorgojos y otras plagas graves, las plantas no han sufrido mucho. Por otro lado, es difícil averiguar el grado en que las plantas se pueden beneficiar con los insectos. Sabemos con seguridad que la polinización de muchas plantas solamente puede realizarse mediante ciertas hormigas, abejas, mariposas, palomillas, moscas, escarabajos y otros insectos.

No todos los insectos se alimentan de plantas. Las pulgas, piojos, jejenes, mosquitos, y algunas chinches, escarabajos, tripsos, neuroterones, estrepsiterones, hormigas, avispas y formas parásitas viven de los animales. Como portadores de enfermedades para el hombre y los animales domésticos y salvajes son de gran interés y han propagado la muerte y miseria por el mundo a través de los tiempos.

Las variables condiciones de topografía, clima y otras formas de vida con las que están asociados y por las cuales subsisten, indudablemente han influido en su variabilidad de estructura y hábitos. Aunque se cree que los antepasados de los insectos fueron acuáticos, muchos entomólogos piensan que los insectos aparecieron por primera vez sobre tierra. Otra creencia general es que los insectos no aparecieron hasta después de aparecidas las plantas. R. J. Tillyard ha dicho que los primeros fósiles se encontraron en la parte inferior del período carbonífero superior en Norteamérica, y que en un horizonte un poco más elevado, en la parte superior del carbonífero superior, los insectos se encuentran abundantemente tanto en Norteamérica como en Europa. Esos insectos eran acuáticos y terrestres. Si los insectos fueron alguna vez oceánicos, no siguieron siéndolo, porque hasta ahora al menos no han invadido nunca el océano en ninguna medida. Pocos, si es que alguno, insectos acuáticos verdaderamente oceánicos se alimentan, por ejemplo, de las abundantes plantas acuáticas a lo largo de las costas de todos los grandes océanos. Este almacén de alimentos vegetales parece que no fue nunca el objetivo de la adaptabilidad de los insectos.

En agua dulce, los insectos se encuentran en su casa y a menudo se reproducen en cantidades fantásticas, como, por ejemplo, la mosca de mayo en algunos de los Grandes Lagos. La abundancia de libélulas, moscas de la piedra, tríganos, chinches acuáticas, escarabajos acuáticos, mosquitos, jejenes y otros insectos atestiguan su perfecta conformación para la vida acuática. Muchas de las formas terrestres y aéreas tienen también adaptaciones acuáticas notables, como el andar sobre el agua y el nadar con las alas que ordinaria-

mente usan para volar. Un ejemplo es cierta especie himenóptera diminuta parásita de los huevos de insectos acuáticos.

Probablemente serán necesarios muchos más años de estudios para explicar todas las complicadas adaptaciones e interrelaciones de los insectos con otros insectos y con animales, plantas y otros organismos inferiores. Las relaciones más generales se conocen desde hace muchos años, pero sólo en tiempos recientes ha sido descubierta la que existe entre los insectos y los virus y otros microorganismos.

El tamaño pequeño no es solamente una partida importante de los insectos en la lucha por la vida. Sus métodos variados de locomoción están admirablemente adaptados a sus necesidades. Las fases más jóvenes de todos los insectos y todas las de muchas especies carecen de alas. De este modo, en sus primeros días de vida aprenden a caminar, a arrastrarse, a correr, a saltar y brincar. Excepto entre las formas ápteras más primitivas, la facultad de volar se encuentra en las etapas maduras. En algunos insectos, como los áfidos, aparecen formas ápteras y aladas en las mismas generaciones. Entonces las formas aladas son las que se dispersan y emigran y las ápteras permanecen más o menos fijadas en el ambiente inmediato de su lugar de nacimiento. Entre otros muchos insectos, solamente uno de los sexos (por ejemplo, los machos en algunos cóccidos y áfidos) puede tener alas. Prácticamente, en todo el grupo de insectos encontramos los estados alado y áptero en las formas adultas, como se advierte en grupos tan desarrollados como las hormigas, los himenópteros parásitos, las moscas, las palomillas y los escarabajos. Los órdenes inferiores, Protura, Thysanura, Aptera y Collembola, todas las fases son ápteras. Sin embargo, se encuentran en todo el mundo representantes de casi todos ellos. Entre los insectos superiores, todos los individuos de los órdenes Mallophaga, Anoplura y Siphonaptera son totalmente ápteros. En casi todos los demás órdenes se encuentran adultos sin alas.

Lo más notable es el enorme grado de variación en torno de un tipo patrón, en su constitución anatómica, fisiológica y ecológica.

Prácticamente, todos los insectos caminan o se arrastran. Las seis patas permiten a los adultos moverse a una velocidad igual bastante grande. Algunas de las formas que caminan, tales como los pescaditos de plata, las cucarachas, los sócidos, los piojos de pájaro, las chinches, muchos escarabajos, moscas y hormigas, pueden moverse muy velozmente.

Las larvas pueden carecer de patas (ápodas) o tener los tres pares de patas normales, o tener éstas y además otras patas falsas abdominales, como sucede entre las orugas, las moscas serradoras y las colas de pico. Las larvas de gorgojos, moscas y otros miembros del orden Díptera, y de algunas otras formas parásitas especializadas, son ápodas. Muchas de las larvas de gorgojos se mueven tan fácilmente como las orugas; les sirven de patas unos seudópodos.

Ciertos insectos corredores, como los pescaditos de plata, las cucarachas y las hormigas, se desplazan casi como rayos, desapareciendo en un instante. Otras formas se ausentan con un andar lento y con frecuencia titubeante. Los insectos que están más o menos adheridos a la planta huésped, como los áfidos sin alas, se mueven lentamente y dependen de las formas aladas para dispersarse.

Formas como las hembras cóccidas acorazadas con escamas pueden arrastrarse únicamente en su primera etapa de desarrollo. Los machos se desarrollan finalmente en adultos con patas y alas, los cuales buscan por todos lados y se aparean con las hembras inmóviles.

Muchos insectos saltan. Entre ellos se encuentran los que por lo general también caminan y corren. El salto puede ser un medio de locomoción y de

huida de los enemigos, como se ve en los tisanuros, los grillos, los saltamontes, las pulgas y otros.

Los insectos acuáticos son nadadores hábiles. Pueden maniobrar con todas sus patas o sólo con las posteriores, que utilizan como remos. Las ninfas de las libélulas expelen el agua a través de un orificio que tienen en el extremo del abdomen, con tal fuerza, que los impele hacia adelante despacio o velozmente. Los escarabajos girinos nadan bajo el agua y también giran sobre la superficie con rápidos y fantásticos movimientos. Algunas familias de chinches, entre ellas los tejedores y muchos mosquitos y moscas corren rápidamente sobre el agua. Muchas arañas y otros artrópodos también pueden hacerlo.

El pequeño tamaño y el peso liviano impiden a los insectos volar con la rapidez de los pájaros, pero en capacidad maniobrera los insectos probablemente exceden a todos los demás animales.

Solamente los adultos tienen alas. Pueden tener únicamente un par de alas las moscas verdaderas, ciertas moscas de mayo y los machos de los cóccidos; pero lo general es que tengan dos pares. Estas alas son membranosas con nervaduras simples o complicadas, y están desnudas o cubiertas con pelos y escamas. Los pelos y las escamas pueden ser de atractivos colores y formar dibujos más o menos definidos, como en las mariposas, las palomillas, las libélulas, moscas de la lana y otros. En las moscas blancas y en los coniopterígidos están cubiertas con polvo de cera de color blanco.

Cuando reposan, las alas pueden permanecer extendidas en ángulo recto en relación con el cuerpo, como en las libélulas y muchas moscas verdaderas; pero es más común que se plieguen juntas sobre el dorso, o descansen sobre la espalda, o algunas veces alrededor del cuerpo.

El vuelo de los insectos es más notable que todo lo que pueda imaginarse, aunque raras veces hayamos visto de cerca el pausado flotar de las mariposas, los incansables movimientos de las abejas melíferas que van de flor en flor, o los giros sin objeto de los saltamontes en los días calurosos, el zumbido característico de los mosquitos, las moscas y los jejenes. El rechoncho abejorro, de aspecto tan pesado, es quizá el insecto de vuelo más rápido, pudiendo alcanzar una velocidad de 60 ó 75 kilómetros por hora; la libélula grande quizá es el volador más ágil del reino animal. Los insectos llamados cetreros capturan al vuelo los insectos que les sirven de presas, y permanecen casi constantemente en el aire, van de un lado para otro, se quedan quietos en una posición fija y después parten con rapidez mayor de la que pueden seguir los ojos, para reaparecer en seguida casi en el mismo punto. Durante los vuelos de migración se les ha visto a grandes distancias del agua.

Las palomillas colibríes deben su nombre a su parecido con los colibríes y al hábito de recolectar alimentos de las flores en forma tan parecida a la de los verdaderos colibríes, que algunas veces se confunden con ellos. En tanto que los adultos son benéficos, porque mediante su pico excesivamente largo polinizan muchas flores que no pueden ser fertilizadas por ningún otro medio natural, las grandes orugas, como los gusanos del tomate y del tabaco y otras especies, dañan considerablemente las cosechas.

Muchas especies emigran volando a grandes distancias. La langosta ha llegado a ser un problema internacional debido a que puede procrear en un país y emigrar para devastar otro a una distancia de 160 kilómetros o más. Las mariposas y palomillas y otros muchos insectos tienen anualmente migraciones estacionales regulares.

La mayor parte de los insectos efectúan vuelos de dispersión. A menudo, durante la primavera, el verano y el otoño, ciertas especies emprenden el vuelo, y el aire se llena de tripsos, áfidos, termitas, grillos, escarabajos, moscas, hormigas y otros insectos. Los vuelos pueden ser a distancias relativamente

pequeñas y solamente de pocas horas o días, pero en general estos insectos pueden desplazarse gradualmente a través de grandes extensiones de vegetación cultivada y natural, en busca de nuevos campos donde alimentarse. Estos vuelos siguen normas definidas año tras año. Existen, por ejemplo, los vuelos regulares de insectos que pasan el invierno cuando son adultos y jóvenes en las partes sureñas de los Estados Unidos y México y se trasladan al Norte a medida que avanzan la primavera y el verano. Por esta razón puede haber una distribución constante y a veces excesiva y rápida de una especie dada en todos los huéspedes disponibles en una vasta región.

Los insectos pueden ser llevados por otros medios. Los vientos y las corrientes de aire levantan las pequeñas formas tanto ápteras como aladas y las transportan a lugares lejanos. Formas tan frágiles como los áfidos, las escamas, tripsos y las orugas pequeñas tienen medios para reforzar su débil vuelo segregando filamentos de cera y hebras o globos de seda que aumentan su capacidad de flotación y los transportan a grandes distancias. Un ejemplo es el individuo alado de un áfido del abeto, *Lachanus piceae,* que ha sido observado en grandes números en la nieve de aguas dulces de los ventisqueros de la Tierra del Nordeste, Spitzberg a 1,230 kilómetros de la Península de Kola, Rusia, de donde se cree que los insectos fueron transportados. Este áfido abunda con frecuencia en los bosques de coníferas del norte de Rusia y es llevado por vientos fuertes a regiones en las que no puede existir de un modo natural. También puede ser llevado por corrientes de aire más favorables a regiones boscosas nuevas y más adecuadas. Los insectos pueden ser transportados igualmente por el agua: animales huéspedes, pájaros y otros insectos. Las leyes cuarentenarias no pueden evitar por completo las migraciones naturales desacostumbradas y los movimientos de los insectos, que se han efectuado en períodos largos de tiempo.

De acuerdo con L. E. Chadwick, el batir de las alas de los insectos varía con las especies y puede llegar a 350 golpes por segundo. Aun entre los diferentes individuos de una misma especie, el batimiento de las alas, como acontece con los *Drosophila,* puede variar de 9,000 a unos 13,000 por minuto. El movimiento de las alas de la gran mariposa amarilla cola de golondrina es de un promedio de 6 por minuto; el de la palomilla esfinge, de 90; el de la abeja melífera, de 160 a 220; el del abejorro, de 240, y el de la mosca doméstica, de 160.

Muchos insectos tienen vidas complicadas. De hecho, el ciclo completo de las vida de la mayor parte de las especies es mal conocido todavía. Incluso las plagas de insectos comunes que han estado bajo observación constante durante años pueden presentar enigmas biológicos. A medida que avanzamos en nuestros conocimientos sobre las vidas más complicadas de algunas especies, como las formas sociales y parasitarias, más obligados nos vemos a volver atrás y a revisar el exacto desarrollo de las formas comunes que se han considerado generalmente sencilla y bien conocidas. De ese modo se han conocido muchos hechos nuevos e insospechados que habían pasado inadvertidos por estudiosos e investigadores anteriores.

El entomólogo considera cada insecto individual que encuentra únicamente como una fase de una etapa simple o compleja del desarrollo del insecto desde el nacimiento hasta el estado adulto. Entre el principio y el fin de este ciclo pueden aparecer pocas (3 ó 4) o muchas (6 a 17) fases o tipos diferentes de individuos. Conocerlas en más de unos pocos grupos está más allá de la capacidad y la experiencia de la mayor parte de los entomólogos. Es posible, sin embargo, reconocer todos los tipos de individuos de un género o posiblemente aún de más de una familia.

Vamos a considerar brevemente los tipos más generalizados de transformación en algunos de los órdenes representativos.

Primitivo o ametábola (inmutable):

En este tipo existe pequeña diferencia en la apariencia general en las diferentes etapas a través de toda la vida del insecto. La condición es evidente en ciertos insectos llamados primitivos, tales como el pescadito de plata, los lepismas, los tisanuros, los campódidos y los japígidos.

Metábola (cambio o metamorfosis):

1. Paurometábola (cambios pequeños o ligeros), con una metamorfosis gradual o directa, en la cual se parecen mucho anatómicamente las diferentes etapas, pero suele haber cambios marcados en el color y el tamaño, y a menudo en la adquisición de alas. Los representantes son: tijerillas, saltamontes, catídidos, grillos, fásmidos, mantidas, rezadoras, cucarachas, termitas, piojos del papel y de la corteza, embiidos, tripsos, piojos chupadores, piojos masticadores y chinches y sus parientes (fulgóridos, delfácidos, cícadas, saltamontes arbóreo, chinches escupidoras, psílidos, aleiródidos o moscas blancas, pulgones o áfidos, filoxeras y quermes).

2. Hemimetábola (cambios incompletos), en la que las crías o ninfas acuáticas se diferencian de los adultos por tener órganos accesorios para la respiración acuática, en tanto que los adultos son alados (moscas de mayo, libélulas, libélulas doncellas, moscas de la piedra y moscas salmonadas).

3. Holometábola (cambio completo), metamorfosis en los insectos superiores, que pasan por cambios completos o complejos y tienen las fases larva, ninfa y adulto (moscas dobson, alas de polvo, pulgones alados, hormigas leonadas, hormigas buhos, mántidos, rafídidos, moscas escorpiones, moscas de la lana, escarabajos, gorgojos, hormigas, abejas, avispas, cinípedos, colas de cuerno, himenopterones parásitos, moscas y pulgas).

No se sabe de un modo completo cómo afectan esos procesos de desarrollo simples y complejos la fisiología y los instintos de los insectos; pero de acuerdo con William Morton Wheeler, los insectos, como las hormigas, que tienen las metamorfosis más complicadas y los reflejos más desarrollados manifiestan "además de los reflejos... conductas más complicadas, los llamados instintos, y tanto éstos como los reflejos pueden ser afectados con cierta mutabilidad o plasticidad que, en sus manifestaciones más elevadas, se les ha llamado inteligencia".

Es interesante formular y difícil de contestar una pregunta que se hace a menudo: "¿Demuestran inteligencia los insectos?" Aunque los entomólogos y los biólogos difieren sobre este punto, es importante recordar que un fenómeno como el instinto, que linda con la inteligencia, existe entre los insectos y debió ejercer una influencia considerable para la consecución de su notable situación actual en la vida del mundo.

T. D. A. Cockerell, una autoridad sobre abejas, estudiando los abejorros, observó: "Aunque hemos subrayado el predominio del instinto en la conducta de estos insectos, se debe admitir que la memoria ordinaria y lo que podemos llamar inteligencia tienen su parte en ella".

William Morton Wheeler, autoridad en hormigas, ha dicho:

"Se han hecho muchos intentos para definir los instintos, pero es evidente que ninguno de éstos puede tener éxito completo, porque los instintos trascienden inteligencia y su origen se encuentra en las profundidades de los procesos de la vida misma. Quizá una definición todo lo buena y formal como yo puedo darla es la siguiente: Un instinto es una actividad más o menos complicada manifestada por un organismo que actúa, primero, como un todo más bien que como una parte; segundo, como representante de una especie más bien que como individuo; tercero, sin experiencia previa, y cuarto, con una finalidad o

propósito de la que no tiene conocimiento. Esta definición satisfará a la gente de mentalidad escolástica, pero para el biólogo es un cúmulo de oscuridades, porque es lo cierto que no existe el hombre que pueda decir dónde principia el todo y dónde termina la parte de un organismo vivo, o que pueda formular una definición satisfactoria de un individuo o de una especie vivientes, y el intelecto abdica cuando se le pide captar una actividad que es inconscientemente deliberada."

Hay, además, tantos hechos interesantes relativos a tipos normativos del crecimiento en las categorías más primitivas y más adelantadas de los insectos, que es casi imposible captar más que unos cuantos fragmentos en cuanto a lo que todo ello significa. El curso de la vida de un simple insecto, como un áfido del arce del género *Periphyllus,* que da nacimiento cuando menos a 17 clases diferentes de progenie, desde el huevo hasta machos y hembras sexuales verdaderos, es sólo un ejemplo. El fenómeno es mucho más complicado por el hecho de que solamente los huevos sobreviven al invierno y cada año aparece y desaparece regularmente, en orden cíclico, la dotación completa de diferentes tipos de individuos.

En contraste con ese individuo un tanto inferior del mundo de los insectos, hay ciclos de vida extremadamente desarrollados e interrelaciones entre los individuos de diferentes castas con sus huéspedes, hectoparásitos y endoparásitos, y con plantas con otros insectos que les proporcionan alimentos, como los áfidos y los cóccidos, y con todos los factores del medio que envuelve a estas especies. Otras actividades de las hormigas, como la captura de esclavos, y la tolerancia y uso permanente de parásitos sociales, indican la habilidad de estos insectos para mantenerse y prosperar en compañía, literalmente, de un millón de otras especies de insectos en el que parece ser un mundo ya colmado con su propia especie.

Además de sus notables caracteres anatómicos y fisiológicos, los insectos han desarrollado rasgos especiales, recursos y medios de protección, tales como la carrera, el salto, el estallido, el vuelo, la natación, el fingimiento de la muerte, las actitudes de inmovilidad total y el remedo protector de su medio y de muchos objetos naturales. También se protegen hilando telas y capullos de seda, construyendo abrigos de tierra y de otros tipos, celdas o nidos; excretando cera o fluidos o gases protectores a veces ofensivos; cubriéndose de pelos punzantes o usando aguijones para su defensa o para procurar alimento a sus crías. Los huevos son protegidos insertándolos en los tejidos de las plantas, ya en la madera, en las frutas o en las semillas; colocándolos en celdillas o cápsulas en el suelo, o en los nidos de protectoras y agresivas hormigas. Las larvas se protegen a sí mismas trabajando como minadores de las hojas, como fabricantes de agalla o como parásitos en otros insectos o animales superiores.

Muchos insectos son luminosos. Verdaderamente maravillosas son las luciérnagas, que son escarabajos pertenecientes a la familia Lampyridae; los escarabajos de luz pertenecientes al género elatérido, *Pyrophorus;* los escarabajos pertenecientes a las familias Lycidae, Phengodidae, Drilidae, Cantharidae, Carabidae *(Physodera);* el tisanuro de los géneros *Anurida, Achorutes* y *Onychiurus,* y ciertos cínifes y jejenes, entre ellos el notable gusano de luz de Nueva Zelandia, que vive en las cuevas. La larva del mosquito del hongo de Carolina del Norte, en Estados Unidos, *Platyura fultoni,* que alumbra por sus dos extremos, y los adultos de una mosca europea, *Chironomus plumosus,* son luminosos. La luminiscencia parece estar asociada con los insectos que viven en lugares mojados o húmedos o durante las estaciones lluviosas, y también pueden estar con reacciones del apareamiento.

La luciérnaga de Nueva Zelandia es única. R. B. Goldschmit escribió: "[Su] adaptación siempre feliz no puede funcionar sin alguna de las adquisi-

ciones siguientes: (1) La tendencia de la larva a vivir en lugares oscuros y húmedos. (2) El desarrollo de un órgano continuamente brillante de luminiscencia en los túbulos de Malpigi. (3) La habilidad para hacerse una tienda o refugio. (4) La habilidad para construir trampas de hilo e insertar en ellas gotitas pegajosas especiales. (5) Los hábitos carnívoros con todas sus consecuencias fisiológicas. (6) La habilidad para escoger el *habitat* adecuado donde sus presas se crían en grandes cantidades. (7) Los instintos necesarios para el proceso de la alimentación. (8) La adaptación al ciclo completo de los factores ecológicos." Esta vida tan complicada y especializada con sus adaptaciones debe haber necesitado un tiempo muy dilatado para desarrollarse.

Para sobrevivir al calor del verano y al frío del invierno y a los períodos excepcionales de sequía, los insectos pueden asumir un estado inactivo durante períodos cortos o largos. Los períodos por lo general se acomodan a las condiciones ordinarias de las estaciones; sin embargo, se presentan algunos extremos durante las etapas regulares de crecimiento en primavera y verano.

Algunos insectos, como los áfidos, pueden tener hasta 10 o más generaciones por año; las cigarras pueden necesitar 2 ó 3, y hasta diecisiete años, para tener una sola generación. Los áfidos viven, por lo general, sobre las plantas, reproduciéndose en número casi increíble. A la inversa, sus más cercanos parientes, las cigarras, necesitan períodos mucho más largos de desarrollo, y esto puede ser posible porque el período larvario lo pasan en el suelo, donde encuentran mucha mayor protección contra sus enemigos naturales y contra el tiempo desfavorable.

El término "veranada" se refiere particularmente al descanso y cesación del crecimiento y desarrollo durante el verano. Habitualmente en ese período el insecto no puede alimentarse bien. Ejemplos de insectos veraneantes se encuentran en muchos de los órdenes superiores. Uno de los casos más notables es el áfido del género *Periphyllus.* Este insecto pasa el invierno en estado de huevo, que hace eclosión en primavera. Después de dos generaciones de hembras ápteras partenogenéticas y de una tercera generación de individuos similares ápteros y alados, también aparecen individuos pequeños sin alas, llamados dimorfos. Los dimorfos siguen apareciendo a la vez que tres o más generaciones sucesivas de individuos normales ápteros y alados. Los dimorfos son aplastados, quedando en forma de disco y tan pequeños que difícilmente se pueden ver a simple vista. Se establecen en la superficie de las hojas y están tan aplanados contra ellas y tienen un color tan similar al medio que los rodea que a menudo pasan inadvertidos por los entomólogos que estudian las otras formas de la especie. Desde fines de mayo hasta cerca de mediados de agosto no hay crecimiento notable en tamaño ni cambio en su apariencia. Por este tiempo, son la única forma sobreviviente de áfidos. Después, cuando se acerca el otoño, la época más adecuada para entrar en veranada, estos pequeños dimorfos principian a crecer y finalmente llegan a su tamaño y forma normales. Cuando se encuentran completamente maduros dan nacimiento a formas partenogénicas ápteras y aladas. Éstas, a su vez, dan nacimiento a las sexuales, que desaparecen después de poner los huevos que invernarán. Lo importante en este ciclo vital es el hecho de que el diminuto y delicado dimorfo que ha hecho veranada es el único superviviente de las especies durante el período central del verano.

Muchos gorgojos, comprendidos los gorgojos de los vegetales, introducidos en la costa oeste de los Estados Unidos desde América del Sur, pasan su período de veranada en California. El escarabajo de la papa de Colorado veranea en los Trópicos durante la estación seca e inverna en la parte central y septentrional de los Estados Unidos y en Europa.

Algunos insectos pueden vivir en situación de reposo por períodos largos en varias fases de su desarrollo. He hablado de los períodos de diecisiete años

de la larva y de la ninfa de la cícada. Un cóccido de América del Sur que infesta las raíces, *Margarodes vitium,* se dice que vivió diecisiete años sin alimento en las condiciones de sequedad y antinaturales de una colección de insectos. Los adultos del *Buprestis aurulenta,* que atacan la madera, han permanecido en maderas de edificios de diez a veintiséis años, antes de salir finalmente de ellas.

La veranada está adaptada particularmente a los insectos que viven en regiones áridas y desérticas donde los veranos son secos y calientes. Durante los períodos más desfavorables muchos insectos se ocultan en el suelo a una profundidad conveniente y bajo todos los objetos protectores de que pueden disponer. En esas regiones muchos otros animales se alimentan de ellos, pero los que quedan sobreviven a pesar de todos los obstáculos.

Invernación significa pasar el invierno en una situación inactiva y de quietud. En esta fase, el insecto, cualquiera que sea su etapa de desarrollo, puede estar o no plenamente alimentado, y sin embargo está en situación de resistir los rigores de la estación fría en las regiones árticas y templadas. La invernación es casi general entre los insectos de esas regiones. El invierno pueden pasarlo en el huevo, en el cual la pequeña larva en su primera fase puede, a menudo, haberse desarrollado completamente a fines del verano o del otoño y esperar la llegada de la primavera para salir a la superficie, y pueden pasarla como larva, como ninfa activa, como crisálida o como adulto. Debido a que los insectos pueden resistir muy bajas temperaturas, normalmente no sufren pérdidas serias durante el invierno dentro de su margen normal. La invernación de formas más bien frágiles, en lugares resguardados y relativamente secos a la intemperie, es muy común sin que cause daños. Algo más difícil de comprender es la feliz invernación de las mariposas en montes bajos, donde pueden quedar completamente envueltas en nieve y hielo por tres o cuatro meses.

Los métodos de invernación son diversos. Algunos insectos se preparan para invernar construyendo refugios como nidos de seda o capullos. Otros buscan lugares escondidos encima o debajo de tierra que puedan ser más convenientes para las condiciones de cada insecto.

Los insectos son muy eficientes para utilizar todas las fuentes disponibles de alimentos. Consumen toda clase de productos vegetales, incluso toda la planta, viva o muerta, desde la raíz hasta la última rama. Plantas que quizá son venenosas para otros animales o para algunos insectos, pueden servir de alimento para otras clases de insectos. Los insectos se alimentan de todos los animales, incluso también de insectos. Sólo los huesos desnudos, desprovistos de toda materia digerible, resisten a su hambre.

¿Cómo, entonces, pueden existir sobre la Tierra plantas y animales sin ser destruidos por la multitud de insectos voraces? La respuesta la dan los insectos mismos. Entre toda la variedad de especies mantienen un equilibrio razonable, lo cual permite subsistir a poblaciones normales y aun a veces excesivas, pero en un nivel bastante bajo, de suerte que las plantas sigan propagándose de un modo que podemos considerar normal. Por supuesto, este equilibrio puede haber sido determinado entre los insectos y otros factores naturales relacionados con ellos hace ya muchos milenios. ¡Piénsese en lo que hubiera sucedido si todos los insectos hubieran sido destruidos! Las relaciones entre los insectos que se alimentan de plantas y las formas predatorias y parasitarias son excesivamente intrincadas e inflexibles. El parasitismo por otros insectos invade a todas las especies de insectos, a los que se alimentan de plantas y animales y aun a los mismos insectos parásitos. Todas las formas de los huéspedes, desde el huevo hasta un adulto, están expuestas a la destrucción por los predatores y parásitos. El parasitismo o el hiperparasitismo puede ser de cuarto grado o más. El desarrollo de muchas crías de un solo huevo o embrión también acontece entre las formas parasitarias: No solamente hay competencia entre diferentes especies de parásitos en un mismo huésped, sino

que hay una lucha por sobrevivir entre muchos individuos procedentes de un solo huevo y de la misma especie en el cuerpo de un mismo huésped.

Algunas de las relaciones entre los insectos y las plantas han llegado a ser tan complicadas, que en la mayoría de los casos ni los insectos ni las plantas pueden vivir separados.

Relaciones similares existen entre los insectos y otros animales, y entre ciertos insectos y otros de su misma clase, pero su existencia básica depende del reino vegetal. Aunque millones de insectos derivan su subsistencia de las plantas, parece que no interfieren mucho con el desarrollo natural del mundo vegetal. Es verdad que en situaciones especiales los insectos pueden exterminar una especie de planta en una localidad dada, y sabemos demasiado bien que a ellos se les deben pérdidas tremendas de cosechas casi en todos lados. Sin embargo, parece que las plantas ocupan en realidad toda la superficie posible de la Tierra, a pesar de los insectos que viven de ellas.

La capacidad para crear un tipo especializado y su abastecimiento de alimento no es raro entre muchos grupos de insectos. Tales modificaciones pueden afectar a otros animales, especialmente a los insectos huéspedes, como en el caso de parásitos, pero son más notorios con frecuencia en las plantas huéspedes. Entre estas últimas están las agallas, producidas por las moscas dípteras de las agallas, pertenecientes a la familia Itonididae, y las avispas de las agallas de la familia Cynipidae de los himenópteros. También producen en las plantas agallas en las que se desarrollan las larvas individuos de otros órdenes, entre ellos ciertas especies de tripsos, chinches, psílidos, áfidos, cóccidos, escarabajos, gorgojos, moscas serradoras, moscas tripétidas y posiblemente otros. Las agallas formadas por estos diferentes insectos pueden ser también habitadas por otras muchas clases de insectos que se alimentan de la agalla misma y por predatores y parásitos que cazan a todos los insectos asociados con las agallas. Complicadas relaciones biológicas están, por tanto, asociadas con las agallas insectos. El desarrollo de las agallas de diferentes insectos puede variar algo, pero generalmente parece causado por las secreciones de las larvas o las ninfas en desarrollo y seguir una norma más o menos definida para una especie dada o para un grupo de especies estrechamente emparentadas. Así, la forma, la caparazón, el modelado y la coloración pueden ser características de una especie o variedad, ayudando así a reconocerlas.

Las agallas de un áfido chino, *Melaphis chinensis,* se crían artificialmente en China, sobre *Rhus semialata,* en cantidades comerciales como materia prima para colorantes y tanino y para usos médicos. Las plantas huéspedes son cultivadas cuidadosamente con el objeto de que los áfidos produzcan un máximo de cosechas de agallas. Grandes cantidades de estas agallas se han embarcado para los Estados Unidos y otros países.

Ejemplo de especificidad del huésped se encuentra entre las moscas cinípedas de las agallas. En general, el 90 por ciento aproximadamente de las agallas son producidas sobre especies de robles, el 5 por ciento sobre especies de rosales y el 5 por ciento sobre diferentes géneros de las compuestas. Entre los áfidos y los cóccidos, una especie suele estar asociada con un género distinto, o aun con distintas especies, de plantas.

Ciertos insectos cultivan tipos especializados de plantas, particularmente hongos. Este tipo de propagación alcanza su desarrollo más alto entre las termitas subterráneas y las que construyen montículos, que tienen también sistemas de castas muy desarrollados. La termitera puede ser completamente subterránea, o puede salir a la superficie, o elevarse muchos pies por encima de ella; en este caso las termiteras están hechas de paredes gruesas de tierra endurecida con las secreciones salivales que usan en la construcción. La termitera puede variar

desde una altura y diámetro de treinta centímetros para algunas especies, hasta grandes montículos, pilares o chimeneas de 4.50 a 9 metros y con diámetros casi iguales. Los cultivos de hongos están distribuidos en toda la porción central del montículo en una forma algo irregular. Estos tipos de termiteras son construidos por pequeñas termitas tropicales o subtropicales que alcanzan su mayor desarrollo en el África tropical, América del Sur, sur de la India y Australia. Las termitas se abastecen de forraje por la noche y cogen diferentes tipos de vegetación, que es desmenuzada y mezclada con excreta. Esto forma el alimento para criar los hongos con que subsisten las termitas.

Las hormigas cortadoras de hojas de la tribu Attii también cultivan hongos en una forma muy parecida a las termitas, pero se alimentan únicamente con hongos hifae. Los llamados jardines de hormigas de las hormigas del Amazonas, de los géneros *Azteca* y *Camponotus,* son preparados y plantados y su cosecha se utiliza como alimento.

Las hormigas cosechadoras juegan un papel importante en la distribución accidental de semillas al recogerlas, transportarlas y almacenarlas en sus nidos como alimento.

COMO LOS INSECTOS SE ENCUENTRAN SOBRE la Tierra desde millones de años antes que los seres humanos, es de esperar que hayan adquirido especializaciones y adaptaciones que nosotros no entendemos completamente. El grado de desarrollo entre los insectos es extremadamente variable y difícil de medir por normas humanas. Se ha especulado mucho sobre las facultades de los insectos. Es bien sabido que muchas especies de hormigas, abejas y avispas, especialmente las que tienen tendencias sociales, muestran un alto grado de eficiencia y diferenciación en su organización y en el trabajo. Pueden compararse con máquinas vivientes movidas por alguna inexplicable fuerza definida como instinto, si es que no por facultades de razón y de inteligencia. Los insectos muestran muchos rasgos notables no comprendidos plenamente por el hombre.

El alto grado de organización y los sistemas de casas de los insectos sociales (termitas, abejas, hormigas, avispas) han sido investigados por los entomólogos, pero aún queda mucho que aprender acerca de ellos. Se ha escrito bastante sobre los logros altamente especializados de las hormigas, y en particular sobre su habilidad para construir los nidos; sobre sus organizaciones sociales, sus sistemas de castas y la práctica de capturar esclavos; sobre sus medios de comunicación y los métodos de recolectar, almacenar y cultivar alimentos; sobre su arte de defensa y la selección y sus procedimientos para producir sus reinas, y sobre la conservación y tolerancia de un conjunto de nodrizas, huéspedes, satélites, comensales, pedigüeños, basureros, robachicos y asesinos, un tanto al modo de la sociedad humana.

E. O. ESSIG *es profesor de entomología, entomólogo de la estación experimental y ex presidente de la Sección de Entomología y Parasitología del Colegio de Agricultura de la Universidad de California, en Berkeley. Es miembro de esa Institución desde 1914. Después de su graduación en el Colegio de Pomona en 1909, ha dedicado la mayor parte de su vida a la agricultura, y especialmente a la entomología, materia sobre la cual ha escrito más de mil artículos y cuatro libros. Su especialidad en este campo es el estudio taxonómico y económico de los áfidos, insectos que recientemente han llegado a tener más importancia en la agricultura porque se encuentran entre los peores vectores de las enfermedades de las plantas causadas por virus.*

Los procesos de la vida de los insectos

Frank H. Babers y John J. Pratt, Jr.

UN ESTUDIO psicológico de los insectos nos puede decir mucho acerca del fenómeno de la vida y ayudar a los entomólogos en su lucha contra las plagas de insectos.

La nutrición es de especial interés, porque el sistema digestivo de los insectos es tan variado como los insectos mismos y como las clases de alimentos que consumen. Cuando tengamos todas las pruebas sobre ese complicado asunto, tanto más cerca estaremos de la solución de algunos misterios que aún tienen ante sí los biólogos, los fisiólogos y los bioquímicos.

Algunas especies se alimentan con casi todo lo que encuentran, pero otras tienen una dieta restringida. A algunas se les ha dado más de un nombre común porque acostumbran alimentarse de más de una planta: el gusano rosado del algodón, el gusano del tomate y el gusano del maíz, por ejemplo, son un mismo insecto.

La influencia de la dieta sobre el crecimiento se ve claramente en la abeja melífera. Las larvas destinadas a reinas son alimentadas con una dieta de jalea real. Otras larvas destinadas a ser obreras son alimentadas con jalea real sólo dos días, y en el resto de su vida larvaria reciben miel y polen.

Para el crecimiento normal son necesarios varios factores o vitaminas. Los factores disolventes de grasas, tan importantes en la fisiología de los mamíferos, no los necesitan, excepto el colesterol, cierto número de insectos. Los factores solubles en agua juegan un papel importante. La mayoría de las especies necesitan las vitaminas B. Parece que la vitamina C no la necesitan, pero cuando menos un insecto, la cucaracha, sintetiza la vitamina C. Los simbiotas son bacterias que se transmiten hereditariamente de padres a hijos, y es manifiesto que tales bacterias son esenciales en la nutrición de muchos insectos. A veces los insectos proporcionan estructuras especializadas, llamadas micetocitos, para que la bacteria viva en ella.

Una mosca del vinagre, *Drosophila melanogaster,* ha sido criada en condiciones estériles en un medio químico definido. Este es el primer organismo multicelular desarrollado en ausencia de microorganismos con una dieta cuya composición química se conocía exactamente.

Ciertos insectos, como los gusanos harineros, necesitan poca agua, debido a que ellos pueden obtenerla de los carbohidratos en los procesos metabólicos.

La habilidad para utilizar los azúcares varía considerablemente. El azúcar de manita es usado por las moscas corónidas y las moscas del vinagre, pero no por las abejas. Solamente los áfidos están capacitados para usar la arabinosa. Las moscas del vinagre pueden sobrevivir mucho tiempo con una dieta sin proteínas, pero o bien no experimentan nuevo desarrollo en sus fases adultas, o bien utilizan materias alimenticias ya almacenadas en su cuerpo. Ciertos aminoácidos constituyentes de las proteínas parecen esenciales para el crecimiento y el desarrollo normales; la cucaracha alemana necesita cuando menos cinco de ellos: valina, triptofano, histidina, arginina y cistina.

Los ectoparásitos como el piojo parece que se desarrollan mejor en conejos deficientes en vitaminas que en los que se encuentran bien abastecidos de ellas.

Cuando a unos hombres, voluntarios, se les alimentó por algunos meses con una dieta deficiente en ciertas vitaminas infestándoseles después con piojos, éstos se desarrollaron tan bien como los piojos con que se infestaron hombres alimentados con dietas completas. Por otro lado, parece cierto que varios insectos a menudo se desarrollan mejor y en mayor número en plantas con deficiencias nutritivas que sobre plantas bien alimentadas. El gusano de la madera no digiere la celulosa. Si le permitimos escoger entre trozos de albura de roble con contenidos diferentes de almidón, la hembra casi siempre escoge la madera con mayor contenido, en la que deposita sus huevos.

El metabolismo es la suma de todos los procesos químicos y físicos por los cuales se produce y conserva la sustancia viviente organizada. Obviamente, el tema es complejo y sólo en unos cuantos casos se ha seguido completamente el metabolismo de un alimento ingerido.

Se ha investigado lo que acontece a la hemoglobina, pigmento de la sangre, después de ser ingerido por artrópodos chupadores de sangre. En la mayoría de los insectos estudiados el volumen de hemoglobina parece descomponerse en hematina en el intestino, la que es excretada sin cambio alguno. En los mosquitos y las moscas parece que no es absorbido ningún pigmento. En todas las demás formas el pigmento es absorbido en cantidades variables y circula en la hemolinfa. En el piojo, el pigmento absorbido se desdobla posteriormente para pigmentar la bilis, la biliverdina, y se encuentra también bilirrubina en otras especies.

Durante la metamorfosis, el período durante el cual los insectos cambian de forma pasando de una etapa inmadura a la de adultos, la actividad de la enzima hidrogenasa, en el corónido, cae al principio rápidamente, alcanzando un punto mínimo cerca de la mitad del período de crisálida y sube después rápida y en forma continuada hasta que la metamorfosis termina. La acidez del fluido de la crisálida sigue un curso algo diferente, llegando a ser fuertemente ácido poco después de empezar la metamorfosis, y alcanza un máximo casi al mismo tiempo que la actividad de la hidrogenasa alcanza su punto más bajo. Después decrece la acidez hasta que el insecto emerge, cuando los fluidos son casi neutros. En el mayate japonés los cambios en la grasa y en el glicógeno, durante la metamorfosis, pueden indicar que el insecto sintetizó el glicógeno de la grasa.

El metabolismo del yodo por las moscas del vinagre fue estudiado por medio del yodo radiactivo (I^{121}). Cuando se le administraba a la larva, el yodo se concentraba principalmente en la proteína de las partes del esqueleto de las larvas. Si las crisálidas formadas de larvas alimentadas con yodo radiactivo eran alejadas del alimento antes que emergieran, los insectos adultos no contenían materia radiactiva.

La cantidad de oxígeno consumido por los tejidos durante el metabolismo es un indicio de la actividad de los procesos metabólicos. El consumo de oxígeno del músculo de la cucaracha es, aproximadamente, el mismo que el del músculo pectoral de una paloma, considerado hasta ahora como el tejido más activo.

Además de los productos acostumbrados de deshecho del metabolismo, muchos insectos excretan materias como cera y seda, que usan para diversas finalidades. Otras sustancias, tales como el material fétido excretado por chinches hediondas, las usan para su protección. Aún se usan otros más, como el veneno de las avispas, para conseguir alimentos.

Se han proyectado aminoácidos radiactivos a gusanos de seda gigantes, y se obtuvo seda manifiestamente radiactiva. Los estudios ayudarán a explicar la estructura química de la seda.

En 1643, el naturalista Athanasius Kircher recomendó la música como un antídoto para la picadura de la tarántula. Hoy día se usan diferentes tratamientos para los piquetes de los insectos, pero por lo regular no son más eficaces que el de Kircher. Sabemos poco de la naturaleza del veneno de los insectos. En

algunas hormigas es el ácido fórmico; en otras, proteínas tóxicas. El veneno de las abejas está compuesto de varios ingredientes tóxicos, el principal de los cuales es la apitoxina. Cuando es inyectada por el piquete de la abeja, las enzimas que contiene causan la descomposición del protoplasma de la célula y liberan histamina. Este es el compuesto químico al que se deben muchos de los síntomas del piquete de abeja. Desde tiempos remotos se ha recomendado a menudo el veneno de las abejas para el tratamiento de la artritis, la neuritis y el reumatismo.

Otro misterio es la naturaleza de la secreción de la glándula salival de varios mosquitos y moscas. Los bosquimanos del Desierto de Kalahari, en África del Sur, envenenan sus flechas con un tóxico que obtienen de la larva del escarabajo *Diamphidia locusta.*

Los insectos no tienen vasos sanguíneos. El fluido circulante fluye libremente por toda la cavidad del cuerpo, menos cuando lo impulsan el vaso dorsal o el corazón. Corresponde a la vez a la sangre y a la linfa, y se le llama hemolinfa. En algunos insectos es clara e incolora. En otros es amarilla o verde. El volumen varía mucho entre las especies y los individuos de una misma especie. La hemolinfa no contiene pigmentos respiratorios como hemoglobina o hemocianina. Se han hecho muchos análisis de la hemolinfa, pero únicamente se han determinado las funciones de unos pocos de sus muchos componentes.

La hemolinfa de los insectos contiene más aminoácidos libres que la sangre humana, que contiene un promedio de unos 6 miligramos por cien mililitros. La sangre de los insectos puede contener hasta 385 miligramos por cien mililitros. Por lo menos se han identificado 24 compuestos con las propiedades químicas de aminoácidos, que se encuentran libres en la hemolinfa de los insectos, usando los métodos del papel cromatográfico. Algunos de ellos no han sido identificados aún como componentes de proteínas.

En la mayoría de los insectos la hemolinfa contiene un porcentaje de potasio mucho más alto que el que contiene la sangre de los mamíferos. Entre los fitófagos, o insectos que comen plantas, la proporción potasio-sodio es menor que uno; entre los insectos carnívoros, la proporción es mayor que uno. Algunas especies de insectos tienen desde luego algún sistema regulatorio de la proporción potasio-sodio, porque la proporción en el fluido del cuerpo no depende de la proporción contenida en el alimento. En la larva del gusano de seda la concentración de sodio en el fluido del cuerpo parece estar en simple equilibrio de difusión con sodio ingerido. Las crisálidas del gusano de seda y los adultos casi no contienen sodio. Por tanto, debe ser excretado selectivamente.

La hemolinfa de los insectos contiene un número de células o hemocitos. Su actividad más obvia corresponde a la de los leucocitos, o corpúsculos blancos de la sangre de los vertebrados en que ingieren todas las partículas pequeñas de materia sólida que se encuentran libres en la sangre. Se han hallado en la sangre del gusano soldado del Sur diez clases y 32 tipos de células, y 8 clases y 32 tipos de células en la sangre del gusano harinero.

Cuando la hemolinfa se extrae del insecto, la de unas especies se coagula rápidamente y la de otras más lentamente o no llega a coagularse. El proceso de coagulación no es comparable al de la sangre de los mamíferos y varía entre las especies de insectos. La hemolinfa de las larvas del escarabajo japonés se coagula por una gelación del plasma, en tanto que la de la palomilla de la cera se coagula por la aglutinación de las células. La coagulación de la hemolinfa de estas dos especies puede retardarse bastante exponiendo las larvas a ondas ultrasónicas de intensidad que no llegan a matarlas. Ninguno de los compuestos químicos usados normalmente para evitar la coagulación de la sangre de los mamíferos tiene un efecto similar sobre la sangre de los insectos.

Veinte o más especies de insectos han adquirido resistencia a los insecticidas después de haber estado bajo la acción de ellos en circunstancias normales. Des-

cendencias resistentes se han producido en el laboratorio exponiendo muchos insectos a concentraciones de insecticidas que mataban al 90 por ciento de ellos. Los huevos de los sobrevivientes se usaron para conservar una colonia. El proceso se repitió con cada generación. En corto tiempo la progenie mostró bastante tolerancia para el insecticida usado en el proceso selectivo, y también, por lo común, para muchos compuestos químicamente sin relación alguna con él.

El control de la resistencia de los insectos en el campo ha llegado a ser un problema serio: el DDT, después de usarse unos años, a menudo ha fallado en el control de la mosca doméstica y de los mosquitos. Aparentemente no existe ninguna diferencia externa entre las moscas susceptibles y las resistentes a los insecticidas. Los científicos han tratado de averiguar si hay diferencias fisiológicas; pero no han encontrado aún diferencia importante en el vigor de las especies susceptibles y de las resistentes: la resistencia no se debe simplemente a la falla del insecticida para atravesar la cutícula de los insectos, porque éstos son también resistentes cuando el insecticida se inyecta directamente en la cavidad del cuerpo.

La enzima colinesterasa destruye rápidamente la acetilcolina, compuesto químico de función importante en la transmisión de los impulsos nerviosos a través de las articulaciones de las células nerviosas de algunas especies animales. El papel que juega la colinesterasa en los insectos no ha sido determinado, pero debido a la alta concentración de la enzima en los tejidos nerviosos del insecto, es de interés en la fisiología de la resistencia a los insecticidas.

La actividad de la colinesterasa de la cabeza de moscas resistentes es menor que la de las moscas normales. El DDT aplicado a las moscas domésticas en forma externa indudablemente primero es absorbido y después metabolizado. Una raza resistente al DDT se mostró más capaz de metabolizar el DDT que las moscas normales. Por el uso de grandes cantidades de piperonal cíclico se evitó en gran proporción la conversión del DDT en el producto metabólico por las moscas resistentes. Otra clase de moscas resistentes al DDT también metaboliza rápidamente el que ha absorbido. El producto principal del metabolismo fue el DDE (1, 1-dicloro-2, 2-bis-[*p*-clorofenil] etileno). Una pequeña porción de DDA (bis-[*p*-clorofenil] ácido acético) fue también identificado. Solamente fueron excretadas pequeñas cantidades de los metabolitos, y fueron retenidas por el cuerpo cantidades grandes. En contraste con esa raza, las moscas normales, o susceptibles al DDT, sólo pudieron metabolizar una cantidad insignificante de DDT en 24 horas: ni el DDE ni el DDA fueron un producto del metabolismo.

La oxidasa citocroma, enzima que se encuentra en las células, es de gran importancia en los procesos metabólicos. La actividad de la enzima fue mucho mayor en una raza de moscas resistentes que en una raza normal.

No sabemos si las diferencias fisiológicas entre las razas resistentes y las susceptibles se deben a la resistencia. Pueden ser diferencias de raza debidas a las variaciones en los procedimientos de crianza o en algún otro factor.

La proporción en la pérdida de tolerancia a los insecticidas después de interrumpida la exposición a ellos, parece variar también enormemente entre las razas. Algunas razas, cuya resistencia se desarrolló ya en el campo, ya en el laboratorio, vuelven rápidamente a ser insectos no resistentes. Otros conservan la resistencia a lo largo de muchas generaciones, una vez que la han adquirido. La resistencia parece que es heredada, pero el método de transmisión genética está aún en duda.

Los colores de los insectos son tan variados como los del arco iris, y se deben con frecuencia a complicadas mezclas de pigmentos. La mayor parte de los pigmentos de los insectos se pensó en otro tiempo que serían simples productos finales del metabolismo sin función fisiológica. Ahora sabemos que esto no es

siempre correcto. Antes de haberse conocido la función fisiológica de los pigmentos muchos de ellos tuvieron importancia comercial. El ácido carmínico obtenido de la cochinilla se usó como colorante de la lana desde los primeros tiempos hasta que se descubrieron los colorantes nitrogenados.

El término melanina se usa indefinidamente para designar lo que probablemente es un grupo de pigmentos de composición variable. Parece que los pigmentos se derivan de la tirosina, un aminoácido, por una serie de reacciones enzimáticas. El oscurecimiento de la sangre de los insectos cuando se expone al aire se debe también por lo general a la formación de melanina; la sangre no es oscura en los insectos debido a la inhibición de las enzimas causada por algún factor desconocido, posiblemente por un bajo potencial de oxidación-reducción. La bioquímica de la formación de los pigmentos ha arrojado mucha luz sobre la acción de los genes, unidades de los cromosomas que llevan los caracteres hereditarios. Se han presentado pruebas de que el proceso de la formación de la melanina en los tejidos de los mamíferos sigue normas análogas a las de los insectos.

La presencia de hemoglobina en los insectos es un punto interesante porque ordinariamente no funciona en su papel tradicional de portador de oxígeno. En la larva del jején *(Tendipendidae)* tal función parece dudosa, aun cuando la tensión del oxígeno se reduce mucho. El grupo activo de la hemoglobina encontrada en las larvas del estro *(Gasteophilus)* es el mismo que el de la hemoglobina de la sangre del caballo, pero la parte de proteína del complejo es diferente. Su peso molecular viene a ser de 34,000, por 67,000 aproximadamente de la hemoglobina humana. Su afinidad para el monóxido de carbono es mucho menor que la de la hemoglobina del caballo, pero tiene gran afinidad para oxígeno. Pero su significado funcional es oscuro.

El metabolismo de la clorofila, pigmento verde de las plantas, se ha estudiado en el gusano de seda, en la chinche de la patata, en el gusano de la calabaza y en otras especies. Muchos de los pigmentos del gusano de la calabaza resultan de la descomposición de la clorofila, que parece verificarse en el ventrículo o estómago funcional.

No siempre los insectos producen sus propios pigmentos. Algunas veces los colores son consecuencia de bacterias simbióticas hereditarias que se encuentran en los tejidos del insecto.

Los pigmentos de las alas de las Pieridae, familia común de mariposas, fueron estudiados por primera vez en 1889 por F. G. Hopkins, quien dedujo que eran productos metabólicos de desecho cuya única función fisiológica es ornamental. La mayor parte de los pigmentos se clasifican ahora químicamente como pterinas. Tenemos pruebas de que no son ornamentales exclusivamente. Por ejemplo, el núcleo de pterina puede considerarse un derivado de la riblofavina, que suele estar presente en los tubos de Malpighi de los insectos. Por tanto, para esta razón existe una posible conexión con el metabolismo de la vitamina B_2. El núcleo de pterina se encuentra también en la molécula del ácido fólico, que se ha demostrado que es un metabolito esencial para la larva del mosquito que transmite la fiebre amarilla y la del gusano harinero.

El insecto bastón *Dixippus* es de color oscuro por las noches y de color claro por el día. Puede hacerse cambiar su color si se le ilumina por la noche o colocándolo en un lugar oscuro por el día. El color de otras especies, como el gusano de la col, *Pieris brassicae,* es influido iluminando la larva cuando descansa antes del estado de crisálida.

Las hormonas son sustancias químicas producidas por un órgano y liberadas en la corriente sanguínea. Entonces otros órganos son excitados por estas hormonas y se produce una actividad funcional. Se ha proyectado mucha luz sobre numerosas fases de la endocrinología, o ciencia de las hormonas, de los invertebrados, desde que Stefan Kopek, de la Universidad Jageloniana, de Polonia,

demostró en 1922 el efecto de una hormona sobre el desarrollo de los insectos. En los insectos, a períodos de gran actividad celular los sigue un proceso llamado muda, durante el cual el insecto suelta su piel vieja y se provee de una nueva y más grande. Kopek demostró que el proceso de muda es controlado por hormonas que no son peculiares a ninguna especie. La sangre tomada de un insecto en tiempo oportuno e inyectada a otro de otra especie producirá muda, aunque el insecto inyectado no se encuentre normalmente listo para sufrir el proceso. Las hormonas, que tienen funciones tan diversas, son secretadas por once órganos por lo menos de los insectos. Las funciones fisiológicas reguladas por las hormonas son influidas a menudo por la temperatura y la humedad u otros factores del medio.

No se ha determinado si existen en los insectos hormonas sexuales comparables a las encontradas en los vertebrados o si son las mismas en los insectos. En los insectos hay sustancias fisiológicamente activas que participan en el desarrollo de los caracteres hereditarios. Debido a su analogía con las hormonas, se les da el nombre de hormonas de los genes.

Las hormonas del desarrollo en las fases inmaduras no siempre se encuentran en órganos similares en todas las especies, pero son secretadas cuando menos por tres glándulas, todas localizadas en la cabeza del insecto: el *corpus allatum*, el anillo glandular o anillo de Weismann, y algunas celdas parecidas a glándulas del cerebro. En los insectos adultos, una o más hormonas secretadas por el *corpus allatum* son importantes en la reproducción. Los cambios de colores se deben también, aparentemente, a la acción de las hormonas.

Algunas hormonas causan la metamorfosis. Por la inyección de materia de larvas lista para transformarse en crisálidas, se hizo sufrir a larvas muy jóvenes la metamorfosis; pero si a una larva grande se la divide en dos secciones por medio de una ligadura unas 12 horas aproximadamente antes del tiempo normal para convertirse en crisálida, solamente la mitad delantera toma ese estado, aunque la otra mitad siga viviendo durante muchos días.

En el gusano de seda *Cecropia*, como en muchos otros insectos, la metamorfosis es interrumpida por un período largo de detención que principia poco después de la formación de la crisálida. Esa detención se caracteriza por la cesación del crecimiento celular. Aparentemente es causada por la destrucción de enzimas presentes en el sistema citocromo. Después de la liberación de una hormona de crecimiento por células del cerebro de la crisálida y el estímulo de la glándula protorácica por esta hormona, el sistema citocromo principia de nuevo a funcionar y las células crecen.

La cubierta exterior de los insectos, el integumento o túnica, es a la vez el esqueleto y la piel. Como en todos los artrópodos, el integumento consta de una epidermis, de una capa gruesa de células y de una membrana cuticular dura. Durante sus períodos intermitentes de actividad, las células de la epidermis segregan la membrana circular, comúnmente llamada cutícula, sobre la superficie del animal. Los entomólogos solían creer que el componente característico de la cutícula era la quitina, compuesto insoluble y duro, que se encontraba en proporciones variables en la mayoría de las cutículas de la mayor parte de los insectos. Se creía que la quitina formaba un armazón en cuyos insterticios se depositaban otros componentes de la cutícula. Los científicos creen ahora que son proteínas, y no la quitina, los componentes fundamentales de la cutícula. Puede ser (como sugiere la interpretación de los datos de la difracción de los rayos X) que la cutícula consista en capas alternas de proteína y de quitina.

La cutícula puede ser rígida, flexible o elástica. También es impermeable al agua; tiene que serlo, puesto que el integumento mantiene una proporción adecuada de agua en el insecto. La epicutícula, delgada membrana exterior

que es la más importante para impermeabilizar la cutícula, es una estructura compleja de varias capas. La primera que se deposita es la capa más profunda, o cuticulina, y se cree que consiste en una lipoproteína, que quizá es desnaturalizada, condensada y finalmente curtida junto con otras proteínas de las capas superiores. Después se deposita un fluido espeso y viscoso, y encima de él una capa de cera. Esta capa de cera es cubierta después con otra de cemento duro, que se cree formado por proteínas curtidas combinadas con lípidos. La capa de cemento la secretan algunas de las glándulas dérmicas cuyas aberturas están esparcidas por la superficie del integumento.

A través de la cutícula, y corriendo en sentido vertical desde las células, se encuentran los canales de los poros, de función desconocida. En la cutícula de las larvas de la mosca de la carne *(Sarcophagidae)* se encontraron 15,000 de ellos en un milímetro cuadrado.

La cutícula no puede crecer, y en las partes rígidas del insecto no puede extenderse. Por tanto, a medida que crece el insecto suelta la cutícula y la reemplaza con otra mayor. A este proceso de muda sigue un período de gran actividad celular. Cuando acaba de formarse, la cutícula es blanda y en ocasiones incolora, pero se endurece rápidamente y adquiere su color normal.

La corónida ha sido un insecto favorito para la experimentación porque la cutícula de la larva no se suelta antes de convertirse en crisálida, sino que se convierte en el pupario duro. En la mosca de la carne *(Sarcophaga barbata)* la formación del pupario duro que proviene de la cutícula blanda de la larva sigue el proceso siguiente: los fenoles son oxidados enzimáticamente por la oxidasa de polifenol para convertirse en ortoquinona, la cual se combina con la proteína presente y la endurece por un proceso de curtimiento, durante el cual el integumento, que puede haber sido incoloro por un período corto después de la muda, adquiere un color pardo o negro. Pero los colores debido al curtimiento no son la base de los colores iridiscentes o metálicos de ciertos insectos. Estos colores son debidos generalmente a la interferencia en la reflexión de la luz de múltiples escamas o plaquitas delgadas que tienen algunos insectos.

El cascarón, o corión, de los huevos de los insectos se parece mucho a la cutícula pero es aún más complicado. El cascarón del huevo de la chinche asesina, *Rhodnius prolixus,* consta de siete capas, ninguna de ellas impermeable al agua. Cuando el huevo es puesto, se le agrega en la parte exterior una capa de cemento. La impermeabilización se efectúa por una capa delgada de cera en la parte inferior del corión, similar a la que hace impermeable la cutícula de la mayoría de las formas adultas. La cera es excretada por el huevo en maduración y se adhiere firmemente a la capa interior del corión. Las otras capas son modificaciones de varias materias parecidas a proteínas un tanto análogas a las de la cutícula.

La invención de cámaras fotográficas de alta velocidad, que hacen posible tomar muchas exposiciones por segundo, y de osciloscopios de rayos catódicos, que registran pequeños cambios de potencial eléctrico, ha ayudado al estudio de la fisiología del vuelo de los insectos. Cuando se coloca a ciertos insectos de manera que sus pies estén en contacto con una plataforma móvil, descansarán tranquilamente. Si se mueve la plataforma, el insecto mueve las alas como si volara, y pueden hacerse muchos experimentos en tanto el insecto está realmente suspendido en el aire en condiciones simuladas de vuelo. Si se insertan pequeños electrodos entre los músculos de vuelo, pueden medirse los cambios de potencial y relacionarlos con el movimiento de las alas. Algunas mariposas mueven las alas a un ritmo pausado de 5 golpes por segundo, pero ciertos jejenes llegan a cerca de 1,000 golpes de ala por segundo. La mosca del vinagre es capaz de volar hasta 2 horas. Cuando principia, el número de aletazos por segundo es más o menos de 300, pero al final, cuando la fatiga llega a ser evidente, se reducen a

100 por segundo. Entre los insectos con bajas frecuencias de aletazos los movimientos de las alas están completamente sincronizados con los impulsos nerviosos, pero cuando aumenta la frecuencia no hay sincronización.

Los insectos, como los vertebrados, tienen receptores sensoriales muy desarrollados y especializados que pueden ser estimulados con sustancias químicas. Las sensaciones químicas de los insectos pueden clasificarse aproximadamente como gusto y olfato, y en los vertebrados la sensación química ordinaria por la cual reaccionan a irritantes como el amoníaco y el cloro. La estructura de los órganos del gusto y del olfato de los insectos difiere mucho de la de los vertebrados, pero existe una analogía sorprendente en el comportamiento fisiológico hacia muchos compuestos y en que se produce el estímulo. Pero lo mismo que entre los vertebrados, la distinción entre el gusto y el olfato se basa en pruebas aún no satisfactorias. No podemos relegar el gusto ni el olfato en los insectos a zonas específicas del cuerpo; se han encontrado zonas químicorreceptoras de contacto en partes de la boca, en los segmentos tarsianos de las patas, en las antenas y en los oviscaptas de varias especies, aunque no siempre se conocen verdaderos órganos.

Buscando materias que atraigan o repelan a los insectos, los investigadores han buscado la reacción mecánica de los insectos a miles de compuestos que se volatilizan a la temperatura del cuerpo. Muchos de los compuestos son sintéticos. Muchos son sustancias naturales de composición desconocida.

Una es la sustancia secretada por la hembra de la lagarta, que puede atraer desde largas distancias a las lagartas machos.

El método por el que las abejas obreras informan a las otras abejas del lugar de una nueva fuente de alimento ha sido descrito por Karl von Frisch, de la Universidad de Munich. Desde hace mucho tiempo se sabe que las abejas obreras que regresan a la colmena ejecutan a menudo una especie de danza sobre el panal, pero la razón de dicha danza era desconocida. Von Frisch descubrió que por la dirección y duración de sus movimientos durante la danza la abeja obrera transmitía a las otras obreras la dirección y la distancia desde la colmena a la nueva fuente de alimento. Observó sus cabriolas en la oscuridad de la colmena usando luz roja, a la que las abejas son insensibles. Averiguó que podía predecir la distancia hasta unos 100 metros aproximadamente. La dirección era exacta a unos 3°. El sistema era útil para una distancia de hasta unos seis kilómetros. Para orientarse, las abejas utilizan el sol como punto de referencia. Aparentemente también son sensitivas a la luz polarizada, que pueden utilizar para orientarse, porque pueden volar con exactitud esté visible o no el sol.

Los descubrimientos del doctor Von Frisch, como otros que hemos estudiado, proyectan nueva luz sobre los misterios de la Naturaleza. Más descubrimientos de ese tipo se harán en el porvenir, y nos proporcionarán un conocimiento más completo de la fisiología de los insectos, del mejor modo de controlar a los mismos, y, en realidad, de todos los procesos de la vida, incluso de los nuestros.

FRANK H. BABERS, *bioquímico, está encargado de un proyecto que trata de la forma en que actúan los insecticidas y de la fisiología de los insectos. Se graduó en las Universidades de Florida y de Princeton. En 1936 ingresó en el Departamento de Agricultura. De 1946 a 1948 fue jefe de la Sección de Química del Laboratorio Orlando, del Departamento de Entomología y Cuarentenas de Plantas, Fla., E. U. A.*

JOHN J. PRATT, *hijo, después de recibir su grado de Doctor en la Universidad de Cornell en 1948, ingresó en el cuerpo de investigación del Departamento de Entomología y Cuarentenas de Plantas. Su trabajo versa sobre el estudio del modo como actúan los insecticidas, la creación por los insectos de resistencia contra los insecticidas y la fisiología de los insectos.*

Cómo escogen los insectos sus plantas alimenticias

Charles T. Brues

TODAS las formas de vida animal necesitan materias orgánicas para existir, crecer y reproducirse. Algunos subsisten sobre plantas vivas, muertas o marchitas. Otros obtienen los alimentos que necesitan para vivir de animales vivos o muertos.

Muchas especies, incluyendo algunas de insectos, viven de una dieta mixta de materias vegetales y animales. El hombre civilizado tiene una variedad casi ilimitada en su dieta: bacterias, levaduras, hongos, raíces, bayas, frutas y follaje de plantas le proporcionan alimentos vegetales; come la carne de muchos animales invertebrados, como son los crustáceos y los moluscos, aunque por lo general son el pescado, las aves y los mamíferos los que le proporcionan las proteínas principales que necesita.

Ningún insecto selecciona su alimento en forma tan diversa, pero algunos insectos son omnívoros en el sentido de que pueden consumir muchas materias de plantas y de animales. La mayoría de las especies más especializadas restringen su dieta a un margen limitado, en particular las formas que viven parásitas en el cuerpo de animales huéspedes, que casi invariablemente son otros insectos.

Tales parásitos, llamados parásitos entomófagos, por lo general son muy específicos en la selección de sus huéspedes. Por lo regular ponen sus huevos encima o directamente dentro del cuerpo del insecto huésped y continúan de generación en generación limitando sus ataques a la misma especie de huéspedes. Los insectos predatores, que capturan presas vivas exactamente como los mamíferos y los pájaros carnívoros, restringen su dieta a animales más pequeños o menos activos que ellos mismos. Con gran frecuencia, seleccionan también clases determinadas de presas: algunos capturan siempre áfidos, otros devoran orugas, otros más se alimentan de cóccidos y algunos son aficionados a dietas de caracoles. Por otra parte, grupos como la mántida cazadora y las hormigas león aceptan y apetecen una gran variedad de carnes. Debido a que los predatores subsisten en gran parte sobre otros insectos, dependen principalmente de las clases de insectos vegetarianos, que constituyen las clases más abundantes de presas convenientes.

Los insectos parásitos y predatores reducen la abundancia de la vida insectil consumidora de plantas. Sin embargo, en las condiciones que han prevalecido en la Naturaleza por millones de años, su influencia no ha impedido que las grandes hordas de insectos vegetarianos existan en poblaciones numerosísimas. Ni eso ha evitado su diferenciación evolutiva, porque ellos han desarrollado innumerables adaptaciones de estructura y hábitos para su medio. Algo de los rasgos más asombrosos a este respecto se relaciona con la conducta instintiva que determina la selección de las plantas que les sirven como alimento.

Los agricultores siempre han sabido que muchas especies de insectos se alimentan únicamente con un producto particular o con una serie de productos. Aparecen estación tras estación y muestran una predilección invariable por las plantas que alimentaron a sus antepasados. Existe una gran variación en el núme-

ro y variedad de las plantas alimenticias que seleccionan, pero hay un propósito fijo en su conducta que va mucho más allá de sus necesidades dietéticas.

En la búsqueda de las causas que sirven de base a esa selección consideraremos principalmente las especies —cerca de la mitad de las especies vivientes de insectos— que se alimentan de las plantas fanerógamas, particularmente las de importancia económica, ya que tenemos un conocimiento más exacto de ellas que de las de insectos que se alimentan con plantas silvestres.

La col, la coliflor, el rábano, el colirrábano, la col de Bruselas, los nabos y la lechuga son comunes en los hogares y en los mercados. Estos miembros de la familia crucífera tienen un olor y sabor penetrante debido a la presencia de compuestos químicos conocidos como aceites de mostaza, que secretan los tejidos de las plantas. Estos compuestos químicos atraen a las plantas a una serie de insectos que no tienen ningún parentesco entre sí y que quizá ovipositan.

Así, las mariposas de la col buscan los cuadros de coles en las huertas para depositar en ellas sus huevos. Las orugas que salen de los huevos se alimentan y crecen hasta la edad adulta sobre las plantas seleccionadas por la mariposa progenitora. Si se les pone sobre otras plantas a las que no están acostumbradas, hacen una huelga de hambre, negándose tenazmente a comer, y finalmente perecen en forma miserable en medio de la abundancia. Únicamente si se unta el follaje de la planta extraña con savia de la planta acostumbrada o con aceite de mostaza recobran su apetito y de nuevo comienzan a comer. Existe una correlación estrecha entre la selección hecha por la mariposa y la inclinación de su progenie de gusanos por la clase de alimento escogida para ellos.

En algunos insectos, las etapas adultas y larvarias se alimentan con las mismas plantas, pero la mariposa adulta de la col, como otras mariposas y palomillas, chupan el néctar de diferentes flores, y la postura de sus huevos sobre las plantas que servirán de alimento a las larvas no responde a su apetito de adultos. Cualquier falla de la mariposa al seleccionar las plantas aceptables para su progenie significaría un desastre, porque los gusanos pequeños no pueden ir a buscar otras plantas que aquellas sobre las cuales se encuentran. Peculiaridades similares prevalecen entre gran variedad de insectos diversos que restringen su alimento a plantas específicas.

El sentido del olfato en los insectos adultos es tan agudo respecto del de los humanos, que no podemos apreciar su acción. En las etapas de crecimiento y desarrollo de los insectos superiores, como las orugas y los gorgojos, es mucho menos acusado pero igualmente discriminatorio, y comúnmente está asociado con el rechazo de cualquier alimento que carece de los estímulos específicos para los que está adaptado su aparato olfatorio. Es como si un ser humano se alimentara únicamente con pan de maíz o coles, cebollas o requesón, y nunca se aventurara a comer papas cocidas, embutidos, tortas o helado de crema para romper la monotonía.

Otro ejemplo de la asociación de insectos con plantas hospederas de clases específicas es la dorífera del Colorado, o catarinita patalera, que se extendió hacia el Norte desde su tierra nativa de México, siguiendo la planta nativa que le sirve de alimento, una cizaña de la familia de la papa. Muy ampliamente diseminada ahora por los Estados Unidos, limita su alimentación casi exclusivamente al follaje de la planta de la papa. Algunas veces aparece en las plantas de tomate y de berenjena, relacionadas con la familia de las solanáceas. Siémbrense algunas plantas de papa en el huerto, y la catarinita las encontrará tarde o temprano: pronto si vuestros vecinos la tienen, y tarde si tiene que hacer un viaje largo.

La conchuela mexicana del frijol se alimenta únicamente del follaje de varias clases de frijoles, chícharos de vaca, soya y otras legumbres análogas. En los últimos decenios se extendió por las regiones norteñas de los Estados Unidos;

adondequiera que va siempre busca frijoles. Es difícil para los hombres comprender esto, porque no podemos percibir nada especial relativo al olor del follaje de la papa o del frijol.

La conchuela del frijol es la oveja negra de la gran familia de las conchuelas, que tiene otras representantes, eminentemente predatoras, que se alimentan vorazmente de pulgones y escamas, tanto las larvas como los adultos. Este grupo pequeño pudo hacerse vegetariano en el pasado geológico, porque desde entonces tuvo tiempo a propagarse por todo el mundo y a producir diferentes especies, limitada cada una de ellas a plantas especiales, como son los individuos de la familia del algodón en África, de la patata en Oriente y de las legumbres en Europa.

Otra especie americana, la chinche de la calabaza, se alimenta del follaje de las guías de la calabaza nativa y de otras cucurbitáceas de huerta. La chinche de la calabaza nunca ha vuelto a una dieta de carne; muy bien puede ser que sus hábitos vegetarianos representen un cambio repentino del instinto comparable a las mutaciones estructurales que ocurren esporádicamente en la naturaleza o como resultado de técnicas experimentales.

De las plantas silvestres estudiemos el vencetósigo o algodoncillo, que tiene una savia lechosa o latex. La familiar mariposa monarca siempre pone sus huevos sobre esa asclepiadea, que es el único alimento que aceptan sus orugas. Sobre las hojas de esa planta es común ver también grandes escarabajos rojos con puntos negros, que comen el follaje cuando adultos y taladran las raíces cuando se encuentran en estado larvario. Como la mariposa monarca, son aficionadas a la asclepia, y se morirían de hambre sin ella. En el sistema de la naturaleza, el insecto madre provee afortunadamente sus necesidades, pues su instinto le lleva invariablemente a poner sus huevos en el sitio apropiado.

Un insecto que limita su alimento a una sola especie de planta es el gorgojo del algodón. La larva de este hocicudo escarabajo hace su madriguera en los botones florales y en las cápsulas inmaturas del algodón. Es nativo de los Trópicos del Nuevo Mundo, donde el algodón llegó a ser una planta de cultivo, y ha extendido su radio de acción a los campos de algodón de nuestros Estados del Sur desde el comienzo del presente siglo. A lo largo de su búsqueda, no encontró ningunos otros alimentos vegetales aceptables, lo que es muy sorprendente, porque otro insecto, una oruga conocida como el gusano del algodón, taladra en forma similar los capullos verdes del algodón, pero le gustan también otros frutos y vegetales suculentos. Puede abundar tanto en las mazorcas de maíz que principian a madurar, que llegue a convertirse en una de las plagas importantes de esa planta.

Otra plaga del maíz, el barrenador europeo del maíz, ahora naturalizado en una gran extensión de nuestro país, es un comedor de gustos aún más generales. Taladra toda la parte aérea de la planta, pero no se detiene ahí, sino que es igualmente aficionado a muchas plantas tan diferentes como las dalias, el cáñamo y la pimienta de agua.

Podemos agrupar los insectos que he mencionado y otros más en tres categorías. El primer grupo comprende a los que ejercitan poco la selección, dependiendo en gran parte de la abundancia, textura y suculencia del follaje, etc. Pero casi todos ellos tienen plantas preferidas. Así, la oruga de la palomilla leonada se alimenta de las hojas de diversos árboles forestales de hoja caduca, pero abunda más en el roble y el abedul y evita el fresno y huye del castaño, en tanto que las orugas más grandes consumen en un abrir y cerrar de ojos aun las correosas agujas de pino, después de que sus mandíbulas llegan a ser suficientemente grandes y fuertes para luchar con esa clase de material. La mariposa del gusano de seda parece preferir las hojas de los sauces, pero su dieta comprende una gran variedad de nuestros árboles y arbustos de hoja caduca. Muchos sal-

tamontes abarcan una amplia variedad de plantas pequeñas. A estos insectos se les llama polífagos debido a que comen gran variedad de plantas.

Al segundo grupo, el de los insectos que restringen su alimentación a un número pequeño de plantas generalmente similares, se le denomina oligófago. No hay una línea bien definida entre éstos y los polífagos; pero obviamente representan una especialización distinta en la selección del alimento, en particular cuando las plantas donde se alimentan tienen ciertas características comunes, las cuales podemos poner de manifiesto mediante nuestros sentidos o por métodos de laboratorio.

A los miembros de la serie más altamente especializada, que constituye el tercer grupo, se les llama monófagos; es decir, que buscan su alimento en una sola especie de plantas. Son pocos, relativamente, en número; en realidad, algunos entomólogos creen que no existen en el más estricto sentido de la palabra. Pero a todas luces el gusano picudo del algodón, cuyos hábitos se han estudiado minuciosamente, cae dentro de esta categoría, y algunos otros insectos parecen ser tan precisos en sus gustos. En conjunto, los insectos vegetarianos forman una vasta serie en la cual la elección más o menos indiscriminada del alimento es cada vez más restringida y algunas veces puede llegar a una etapa de absoluta dependencia de una sola especie de planta.

Esta sucesión parece ser un proceso evolutivo, pero de ningún modo es una progresión simple de cambios, ya que la restricción de plantas alimenticias aparece nuevamente de tiempo en tiempo, aunque en grupos no emparentados. Antes bien, es indicio de una tendencia inherente en los insectos (sin duda originada por su delicado sentido del olfato) que les lleva a vivir en un mundo de los olores.

Hasta hace una década era muy admisible atribuir a la selección infalible de las plantas para alimento por los insectos oligófagos a un sexto sentido botánico que les permitía reconocer las relaciones naturales de las plantas sin necesidad de recurrir a tratados de botánica sistemática.

Esta suposición aclara la conducta de algunos insectos que he mencionado, pero tiene sus fallas. Un ejemplo es la mariposa de la col, la que por lo general restringe su alimentación a plantas de la familia de las coles, aunque sus orugas aparecen en ocasiones en otras plantas disímiles y sin ningún parentesco con aquéllas. Una de ellas es la capuchina. La explicación es que las hojas de la capuchina tienen el mismo olor y gusto penetrantes debido a un aceite esencial similar al de la col. Un entomólogo holandés, E. Verschaffelt, que estudió el comportamiento de las mariposas y orugas en relación a los aceites de mostaza, dedujo que la presencia de estos compuestos químicos era el factor que determinaba su elección. Otros entomólogos, particularmente Vincent G. Dethier, han ampliado esos estudios a un gran número de otros insectos y a sus plantas alimentadoras, encontrando que algún compuesto químico específico (o más de uno en combinación) comúnmente forman el lazo que los vincula a una dieta constante e invariable.

Ahora es evidente que los olores, reconocibles por el sentido químico acusado y discriminatorio de los insectos, son los factores principales implicados en la selección de las plantas alimentadoras por los insectos oligófagos. Pero el conocimiento de la multitud de sustancias químicas elaboradas por las plantas es aún muy fragmentario para permitir una amplia generalización. Algunas especies de gustos menos melindrosos admitirán una variedad considerable, pero pueden mostrar disgusto por algún compuesto químico al que están acostumbrados, aun cuando se encuentre combinado con alguno que sea muy atractivo para ellos. Pero esto no es todo.

Debemos tomar en cuenta otras consideraciones con precaución, porque su significado no está aún claro. Dichas consideraciones se refieren más directamente al comportamiento instintivo.

Entre los áfidos o pulgones tiene lugar por lo común una alternación de generaciones, por lo que los áfidos emigran durante el curso del ciclo estacional de una a otra clase de plantas, para regresar a la misma planta huésped después del período de letargo del invierno. Con frecuencia estos áfidos tienen una serie pequeña de plantas aceptables, y una o las dos de las plantas alimentadoras que alternan no pertenecen sino a una especie botánica. Al principio del verano algunas generaciones de hembras ápteras rápidamente se suceden unas a otras sobre la planta alimentadora estival, seguidas por una generación de hembras aladas que emigran a otra especie de planta llamada planta huésped alterna. Allí dan nacimiento a una generación de áfidos de ambos sexos, que ponen huevos que pasan allí el invierno. En la primavera siguiente dan lugar a una generación de hembras aladas que emigran de regreso a la planta alimentadora del verano, después de lo cual el ciclo se repite.

Con algunas pequeñas variantes, ese es el patrón fundamental: se seleccionan alternativamente dos plantas alimentadoras muy diferentes. De esta forma los áfidos que emigran están condicionados a dos plantas diversas en tiempos diferentes, y no podemos atribuir su atracción a un solo estímulo químico específico. Evidentemente entran en el panorama otros factores, pero no puede determinarse más allá de advertir que la aparición de las fases aladas sexuales y emigrantes se correlaciona con la estación. Este es un fenómeno similar a la fotoperiodicidad en las plantas, donde el crecimiento vegetativo y la floración están a menudo relacionados estrechamente con las variaciones estacionales de la duración del período de luz diurna. No podemos afirmar definitivamente si los cambios químicos en las plantas pueden obtener una reacción diferencial de los áfidos a medida que progresa la estación.

Más sorprendente es la relación que existe entre algunos insectos que producen agallas. Insectos muy diversos provocan la formación de excrecencias anormales o de estructuras específicas muy modificadas. Se las llama agallas y las producen las plantas bajo algún estímulo de los insectos que ponen sus huevos en el tejido de la planta y pasan su crecimiento alimentándose dentro de la agalla que se desarrolla. Aún no se conoce la naturaleza de los estímulos, pero es muy específica, ya que las agallas producidas por cada especie son siempre iguales en forma y estructura.

Los insectos que producen las agallas son oligófagos o monófagos de un modo totalmente uniforme. Un grupo, las avispas de las agallas, son pequeños insectos parecidos a las avispas en algunos cientos de especies. Casi todos ellos producen agallas en los robles. Son sumamente específicas para clases particulares de robles; cada una pone sus huevos en alguna parte limitada del árbol, ya sean las hojas, las ramas, las yemas o las raíces. Además, algunas especies de avispas de las agallas sufren una alternativa de generaciones, de donde una generación produce agallas en alguna parte aérea de la planta y la siguiente se dirige bajo tierra y produce la agalla de la raíz, regresando de nuevo en la siguiente generación al lugar anterior por encima del suelo.

En las avispas de agallas la restricción para escoger unas plantas alimentadoras particulares es similar a una que describí entre los áfidos, pero el asunto es más complicado por el hecho de que la reacción de la planta es un requisito esencial para el mantenimiento de las relaciones.

Vemos así que la selección por el insecto de las plantas alimentadoras depende primordialmente de un sentido químico agudo y discriminador, que le permite reconocer por el olfato y por el gusto muchos aceites esenciales y otras sustancias menos fuertes en determinadas plantas. Como la presencia de cada sustancia química está confinada generalmente a algún grupo natural de plantas, son éstas las que atraen a los insectos. Cuando la misma sustancia química que atrae a los insectos aparece esporádicamente en plantas que no tienen re-

lación entre sí también pueden ser seleccionadas. Esta concepción básica es sostenida por observaciones de la conducta de los insectos en la naturaleza y por la aplicación de algunas técnicas experimentales y explica el enigmático "sentido botánico". Abrió ya, además, un campo prometedor para el estudio de atrayentes y repelentes, que tendría un gran valor práctico.

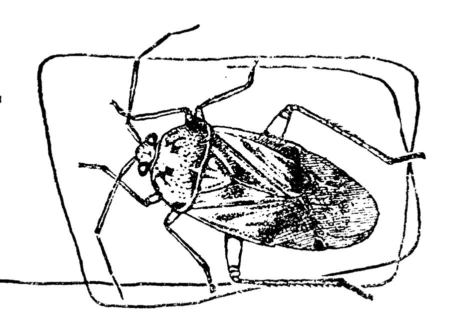
El apetito selectivo de los insectos, hasta donde podemos ver al presente, es puramente un instinto para hacer tal y cual cosa, séalo o no. Estos instintos son atributos innatos e inalterables de la conducta de todos los insectos que excita nuestra admiración y cautiva nuestra curiosidad, porque no podemos ir más allá que catalogar sus manifestaciones.

Algunas materias relacionadas con la correlación que existe entre el apetito de la larva y la elección consecuente de plantas alimentadoras aceptables, sobre las que depositar los huevos, se prestan al tratamiento analítico. Aun en insectos que cambian de tipo de alimento cuando alcanzan la etapa adulta de reproducción, tenemos que pensar en alguna forma de memoria o nostalgia para explicar el regreso de la mariposa grávida a la cabeza de una col después de hacer un viaje redondo para transportar el néctar de flores suavemente perfumadas. Quizá esto parezca un poco traído por los pelos, pero es evidente que una vez que se ha incorporado a la esfera del instinto se producirá inevitablemente una reacción idéntica. En esta etapa, cualquier transgresión será eliminada rápidamente mediante la acción más rigurosa de selección natural, por lo que cualquier mariposa que no acierte a seleccionar una planta alimenticia apropiada no puede pasar a la posteridad sus tendencias vacilantes o descuidadas. Que estas aberraciones de los insectos ocurran, aunque raramente, lo atestiguan las observaciones reales de los insectos en condiciones naturales. Cualquier mutación del instinto puede persistir, posiblemente, si es compatible con el apetito de la larva y capaz de hacer frente a la presión competitiva impuesta por el medio ambiente viviente.

En otra forma aún puede tener la memoria parte en la elección diferencial de las plantas alimentadoras por insectos que normalmente aceptan diversidad de plantas huéspedes. Donde no podemos descubrir atrayentes químicos en común, parece que el recuerdo del alimento larval lleve al adulto a preferirlos a otras plantas aceptables. Existen muchos casos que tales estirpes, razas, clanes o linajes parecen estar establecidos en la naturaleza. Las pruebas experimentales hasta ahora no han sido concluyentes; mas parece probable que cuando plantas alimentadoras variadas son aceptadas fácilmente no existen dichas estirpes o razas. Podemos aún compararlas con los componentes raciales o geográficos de nuestra población humana, que muestra consecuentemente la inclinación a preferir por las coles, los ajos, los pimientos, los frijoles cocidos, los macarrones el "curry" o cualquier otro alimento.

CHARLES T. BRUES *es profesor emérito de entomología en la Universidad de Harvard, donde enseñó y se dedicó a la investigación sobre varios aspectos de la entomología por espacio de treinta y siete años. Ha dedicado mucho tiempo a estudiar los hábitos alimenticios de los insectos, materia sobre la que ha publicado muchos trabajos. Graduado en la Universidad de Texas, sirvió como agente de campo del Departamento de Entomología y posteriormente como conservador del Museo Público de Milwaukee, antes de incorporarse al cuerpo de biólogos de Harvard en 1909.*

Cómo se conoce un insecto



¿Qué clase de insecto es éste?

C. F. W. Muesebeck

El reino animal está formado por un número de grandes divisiones o *phyla*.*

Una de ellas, la de los Chordata, incluye al hombre y a los demás mamíferos, pájaros, reptiles, peces; de hecho, todos los vertebrados, los seres que tienen espina dorsal.

La división más grande, desde el punto de vista del número de clases o especies diferentes que comprende, es la de los Arthropoda. Cuando menos el 80 por ciento de todos los animales conocidos son artrópodos. Esta *phylum* comprende a los animales invertebrados (sin espina dorsal), que tienen el cuerpo segmentado, apéndices articulados y una cubierta dura exterior exoesqueleto. A su vez se divide en cierto número de grupos, llamados clases, cada una de las cuales se diferencia de las otras por algunas características fundamentales. Una de estas clases es la de los Hexapoda, o Insecta, que comprende a todos los insectos. Pero varios miembros de otras clases de Arthropoda, especialmente organismos como los ácaros, las garrapatas, las arañas, los escorpiones, los milpiés, los ciempiés y las cochinillas, son considerados como insectos con tanta frecuencia, que parece conveniente indicar las diferencias fundamentales entre estas diferentes clases en una sola llave.

La llave se basa en el proceso de eliminación. En la llave que se da a continuación, por ejemplo, se tiene en cuenta (como en el apartado número 1) el número de patas de la criatura que se desea identificar. Si tiene cinco o más pares, se consulta el apartado 2 (como se indica a la derecha); si tiene tres o cuatro pares, pasa al apartado 4, y así sucesivamente.

Llave de las clases principales de Arthropoda

1. Con cinco o más pares de patas 2
   Con tres o más pares de patas 4
2. Con cuerpo en forma de gusano; la cabeza no se confunde con el tórax y está provista o no de un par de antenas 3
   El cuerpo no es vermiforme, la cabeza se confunde con el tórax y está provista de dos pares de antenas.
   Crustácea (cangrejos, langostas de mar, camarones, cochinillas, etc.), (figura 1 de la página 50).
3. Cuerpo con segmentos, cada uno con un par de patas únicamente.

* Plural del latín *phylum,* nombre que se dio a cada una de las divisiones primarias de los reinos animal y vegetal.—*(N. del T.)*

Chilopoda (ciempiés) (figura 2).
Con dos pares de patas en la mayor parte de los segmentos del cuerpo.
Diplopoda (milpiés) (figura 3).

4. Cuerpo compuesto de dos secciones principales, el cefalotórax (cabeza y tórax fusionados) y el abdomen; cuatro pares de patas articuladas; sin antenas ni alas.
Arachnida (arañas) (figura 4), escorpiones (figura 5), ácaros, garrapatas, etc.
5. Cuerpo compuesto de tres secciones principales: cabeza, tórax y abdomen; sólo tres pares de patas articuladas; generalmente con alas, antenas siempre presentes.
Insecta (todos los insectos).

A fin de ordenar la clasificación y para facilitar la identificación cada una de esas clases se divide en órdenes, los órdenes se descomponen en familias y las familias se dividen en géneros, y cada género está formado por especies emparentadas entre sí. Hasta ahora se han descrito miles de especies de insectos. Obviamente, cada especie debe tener un nombre distinto, y debido a que muchas especies son cosmopolitas, se debe usar en todas partes el mismo nombre para la misma especie. Cuando se estableció el sistema actual de denominar a los animales, hace unos 200 años, la mayor parte de los libros científicos se escribían en latín, y el latín se consideraba como un lenguaje universal de la ciencia. Por consiguiente, los nombres científicos de los animales están en latín o en forma latina. El nombre de cada especie se forma de dos palabras, el nombre del género al que pertenece la especie y una palabra, a menudo un adjetivo, que es el que designa la especie.

El nombre genérico empieza con mayúscula; el específico (es decir, el de la especie) se escribe en minúsculas y puede ir seguido del nombre, o una abreviatura de él, de la persona que propuso por primera vez el nombre y describió la especie. Así, el nombre de la mosca doméstica se escribe *Musca doméstica L.* La L es abreviatura de Linneo, el científico sueco que describió esta especie.

De acuerdo con las Reglas Internacionales de Nomenclatura Zoológica, un nombre genérico no debe duplicarse en ningún lugar del reino animal. El mismo nombre específico puede usarse repetidamente, pero sólo para una especie en un solo género. Las reglas garantizan un nombre distintivo para cada especie animal y hace posible suministrar informes acerca de cualquier especie bajo una denominación que será entendida universalmente

Como se ve en la llave anterior, las principales clases de artrópodos, los insectos tienen sólo tres pares de patas, nunca más. Esta es la característica más distintiva de la clase Insecta. Los insectos tienen también tres secciones independientes en el cuerpo: cabeza, tórax y abdomen. Siempre tienen un par de antenas.

Por lo general tienen alas. Cuando existen, ellas solas sirven inmediatamente para identificar un artrópodo como insecto, porque no se encuentran en otra clase de este *phylum*. Pero muchos insectos no tienen alas. En todos los órdenes importantes se encuentran algunas formas ápteras. En algunos órdenes pequeños, como Thysanura (pescaditos de plata), Collembola (colas de resorte), Siphonaptera (pulgas), Mellophaga (piojos masticadores) y Anoplura (piojos chupadores) todas las especies carecen de alas. El tener o no tener alas, la textura o cubrimiento de ellas, su forma, su número (si son dos o cuatro), la manera de tenerlas cuando descansan y las peculiaridades de su sistema de nervios son caracteres que ayudan a reconocer un insecto dado como perteneciente a un orden particular. Ejemplos de alas de diferentes clases se pueden ver en los esquemas de insectos usados para ilustrar la llave de los principales grupos de insectos. Otras estructuras, en que aparecen diferencias importantes que se usan en la definición de órdenes y familias, son las partes de la boca y las antenas.

Para la identificación de los géneros, y finalmente de las especies, hay que estudiar un número grande de características, incluso detalles minúsculos de forma, colocación de pelos o cerdas, formas y medidas proporcionales de varias

1

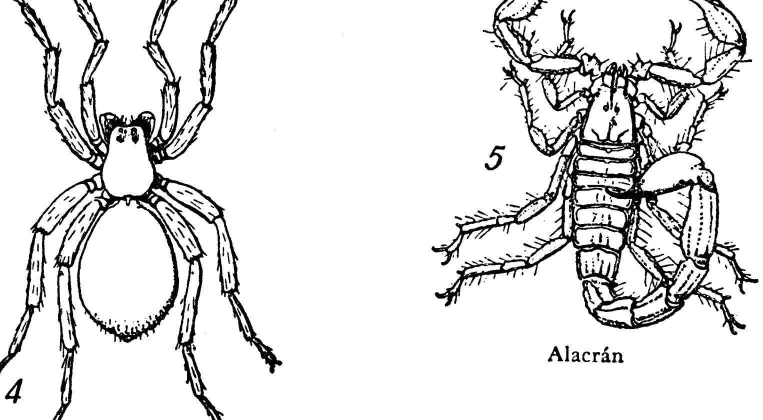
Cochinilla de tierra

2

Ciempiés

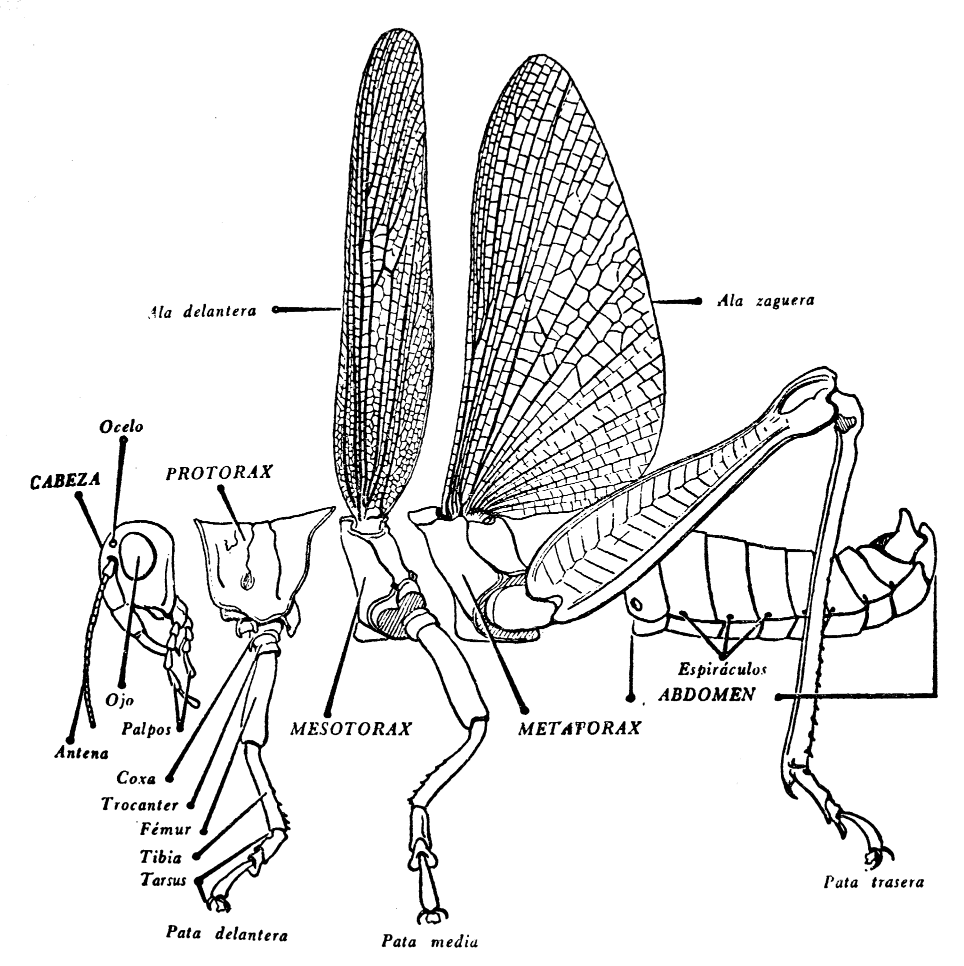
3

Milpiés



Alacrán

Araña



partes del cuerpo y apéndices, y hasta detalles de los órganos de reproducción que sólo pueden observarse en preparaciones sobre el portaobjetos del microscopio después de hecha la disección del insecto. Es necesario tener en cuenta detalles de todas clases que tienden a ser distintivos de grupo o de especies y determinar el margen de variación de todos ellos.

Muchos de los insectos comúnmente colectados u observados cuando causan daños se encuentran en etapas inmaduras. Durante este período no se parecen en nada a los adultos de su misma especie. Los miembros de los Orthptera (saltamontes, cucarachas, grillos, mántidas) y de los Hemiptera (chinches), entre otros, se desarrollan por un cambio gradual después de salir del huevo, y los jóvenes se parecen mucho en lo general a los adultos, de los que se diferencian principalmente en el tamaño y en la carencia de alas. Sin embargo, los jóvenes de otras grandes órdenes, como el Coleoptera (escarabajos), el Diptera (moscas), el Lepidoptera (palomillas y mariposas) y el Heminoptera (moscas serradoras, abejas, avispas y hormigas), son totalmente diferentes de los adultos. Del huevo sale una larva, algunas de las cuales se llaman comúnmente gorgojos, cresas u orugas. Éstos representan la etapa devoradora, durante la cual tiene lugar todo el crecimiento. Cuando se completa el desarrollo, la larva se convierte en crisálida, que es la etapa de inactividad y reposo, y después tiene lugar la notable

transformación en el insecto adulto. La mayor parte de las larvas que suelen encontrarse pertenecen a los cuatro órdenes mencionados y pueden distinguirse por las características siguientes:

Las larvas de palomillas y mariposas tienen un par de patas articuladas en cada uno de los tres primeros segmentos del cuerpo, y además patas no articuladas, cortas y carnosas (llamadas propatas) en algunos de los otros segmentos. La cabeza se distingue perfectamente.

Las larvas de los escarabajos se parecen a las de las palomillas y mariposas en que tienen habitualmente un par de patas articuladas en cada uno de sus tres primeros segmentos del cuerpo y también en la cabeza diferenciada; pero se distinguen a primera vista porque carecen de propatas.

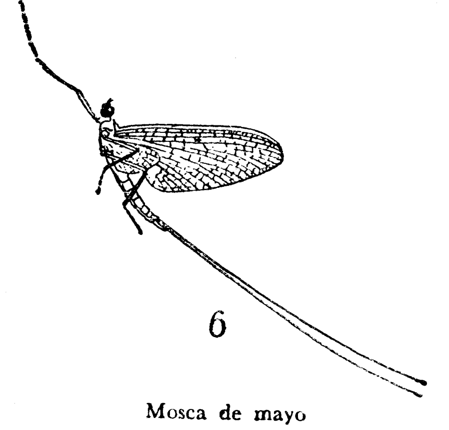
Los gusanos de las moscas no tienen patas, el cuerpo se aguza notablemente hacia el extremo anterior y la cabeza no suele distinguirse del resto del cuerpo.

Las larvas de las moscas serradoras (sección del orden Heminoptera) a menudo son confundidas con las de las palomillas y de las mariposas porque están provistas de patas articuladas y de propatas, o falsas patas abdominales, y se encuentran en situaciones parecidas, pero se pueden reconocer por la presencia a cada lado de la cabeza de un ojo embrionario de color oscuro que no se encuentra en las larvas de los demás grupos. Por lo general tampoco son peludos, en tanto que las larvas de Lepidoptera a menudo lo son bastante.

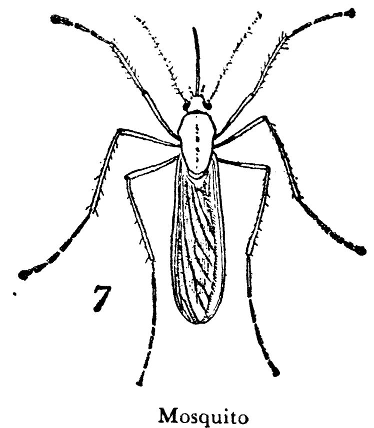
Los insectos adultos, aun los del mismo orden, por lo general difieren mucho en apariencia, no se les cree emparentados y es imposible hacer una llave con la que cada insecto se pueda localizar correctamente. Sin embargo, la llave simplificada que a continuación se expone ayudará a quien sepa poco de insectos a reconocer los tipos más comunes en la etapa adulta. A menudo el reconocimiento de estos grupos será suficiente para indicar lo que se podría hacerse en un caso práctico que parezca exigir una acción pronta. Sería fácilmente posible para cualquiera no versado en cuestiones entomológicas distinguir, por ejemplo, una hormiga de una termita. La mayoría de las personas consideran las termitas como un tipo de hormigas que sólo un experto puede distinguir; pero en realidad las hormigas y las termitas pertenecen a órdenes muy distantes y estructuralmente son muy diferentes.

Llave para grupos importantes que contienen insectos comunes

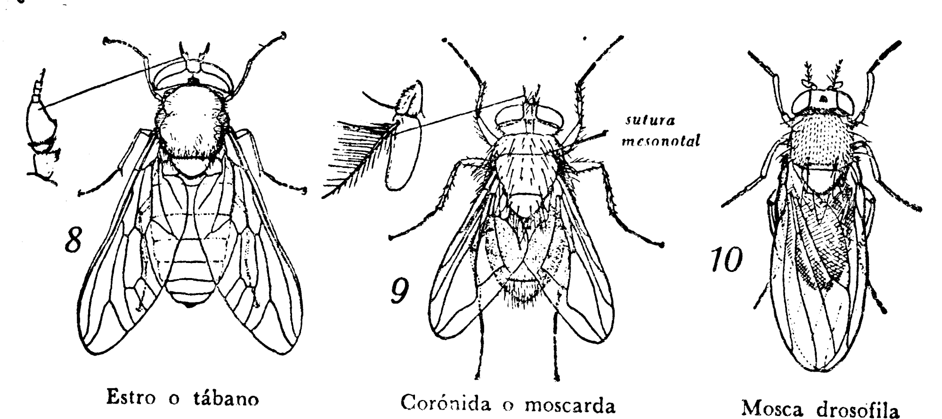
1. Alas presentes, con frecuencia las alas frontales en forma de élitros duros, correosos o córneos 2
   Alas ausentes o representadas sólo por pequeños abultamientos 43
2. Solamente con un par de alas, siempre membranosas 3



Mosca de mayo



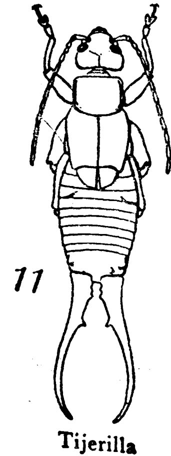
Mosquito



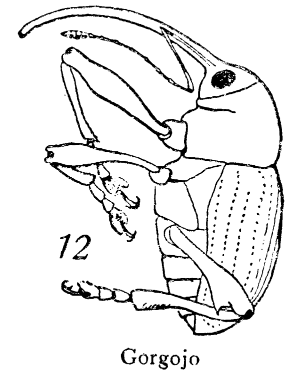
Estro o tábano — Corónida o moscarda — Mosca drosófila

Con dos pares de alas, el par frontal representado con frecuencia por élitros duros bajo los que se ocultan las posteriores cuando están en reposo 8

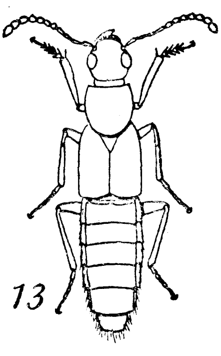
3. El extremo del abdomen, con dos o tres filamentos delgados pero visibles que se proyectan hacia atrás 4
El extremo del abdomen sin estos filamentos.
Orden Diptera (mosquitos, jejenes, moscas) 5
4. Alas con una red de nervios, entre ellas muchas transversales.
Orden Ephemeroptera (moscas de mayo), en parte (figura 6).
Alas con muy pocos nervios longitudinales y sin nervios transversales.
Hemiptera, en parte (machos de insectos escamosos o cóccidos).
5. Antena muy corta, usualmente de tres segmentos, siendo el último el más largo y provisto de una cerda larga y muy visible o con un número de anillos . 6
Antena más larga y compuesta de muchos segmentos; cuerpo generalmente delgado; alas angostas.
(Mosquitas, típulas, mosquitos) (figura 7).
6. Anillado el último segmento de la antena o anular y sin cerda larga y visible (arista) en la base.
(Abejas, moscas, mosca saqueadora, tábanos) (figura 8).
Con una cerda (arista) larga en el último segmento de la antena sobre el lado superior de la base 7
7. Caliptro (una especie de escama que se encuentra en la parte de atrás de la base del ala) largo y visible, sutura completa del mesonoto; moscas mayores.
Calypterate Muscoidea (moscas domésticas, moscas corónidas, moscas de la carne y sus análogas) (figura 9).



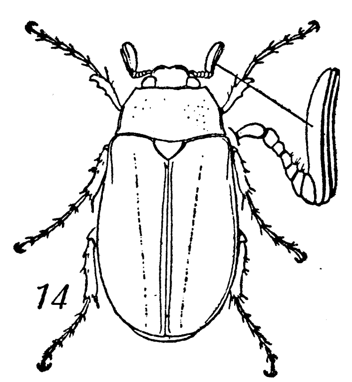
Tijerilla



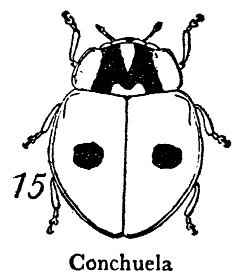
Gorgojo



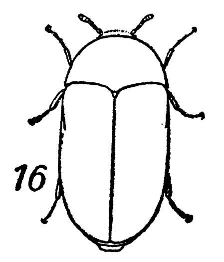
Escarabajo andorrero



Escarabajo de mayo



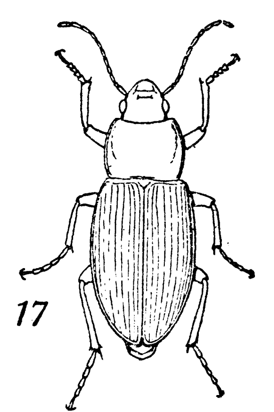
Conchuela



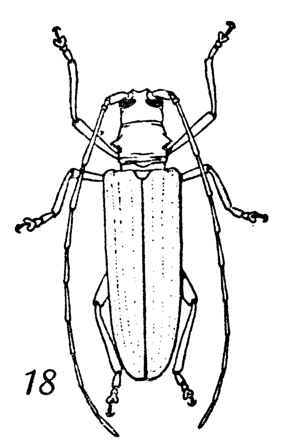
Escarabajo despensero

Caliptro pequeño y no visible; mesonoto completamente suturado; la mayor parte son moscas pequeñas, mucho menores que la mosca doméstica.
Acalypterate Muscoidea (cínifes, moscas del vinagre, moscas de la fruta) (figura 10).

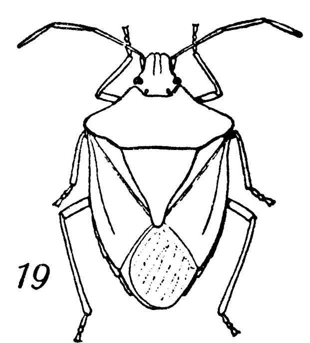
8. Las alas frontales córneas, rígidas, opacas, sin nervios, que se encuentran en una línea sobre la parte media del cuerpo y ocultan las alas membranosas posteriores 9
Las alas frontales membranosas por lo general, aunque con frecuencia cubiertas con escamas o pelos; si son correosas, con nervios diferenciados, y no se encuentran a lo largo de la línea media del cuerpo 16
9. La punta del abdomen con un par de apéndices prominentes parecidos a pinzas; alas delanteras (élitros) muy cortos.
Orden Dermáptera (tijerillas) (figura 11).
La punta del abdomen sin estos apéndices; las alas frontales (élitros) cubriendo generalmente la mayor parte o todo el abdomen, aunque algunas veces son cortas.
Orden Coleóptera (escarabajos) 10
10. La parte delantera de la cabeza forma un pico.
Familia Curculionidae (gorgojo) (figura 12).
La parte delantera de la cabeza sin forma de pico 11
11. Muy cortos los élitros, que dejan al descubierto cinco o más segmentos abdominales.
Familia Staphylinidae (escarabajos peludos) (figura 13).
Los élitros se extienden hasta el extremo o muy cerca del abdomen; raras veces dejan al descubierto los tres segmentos 12



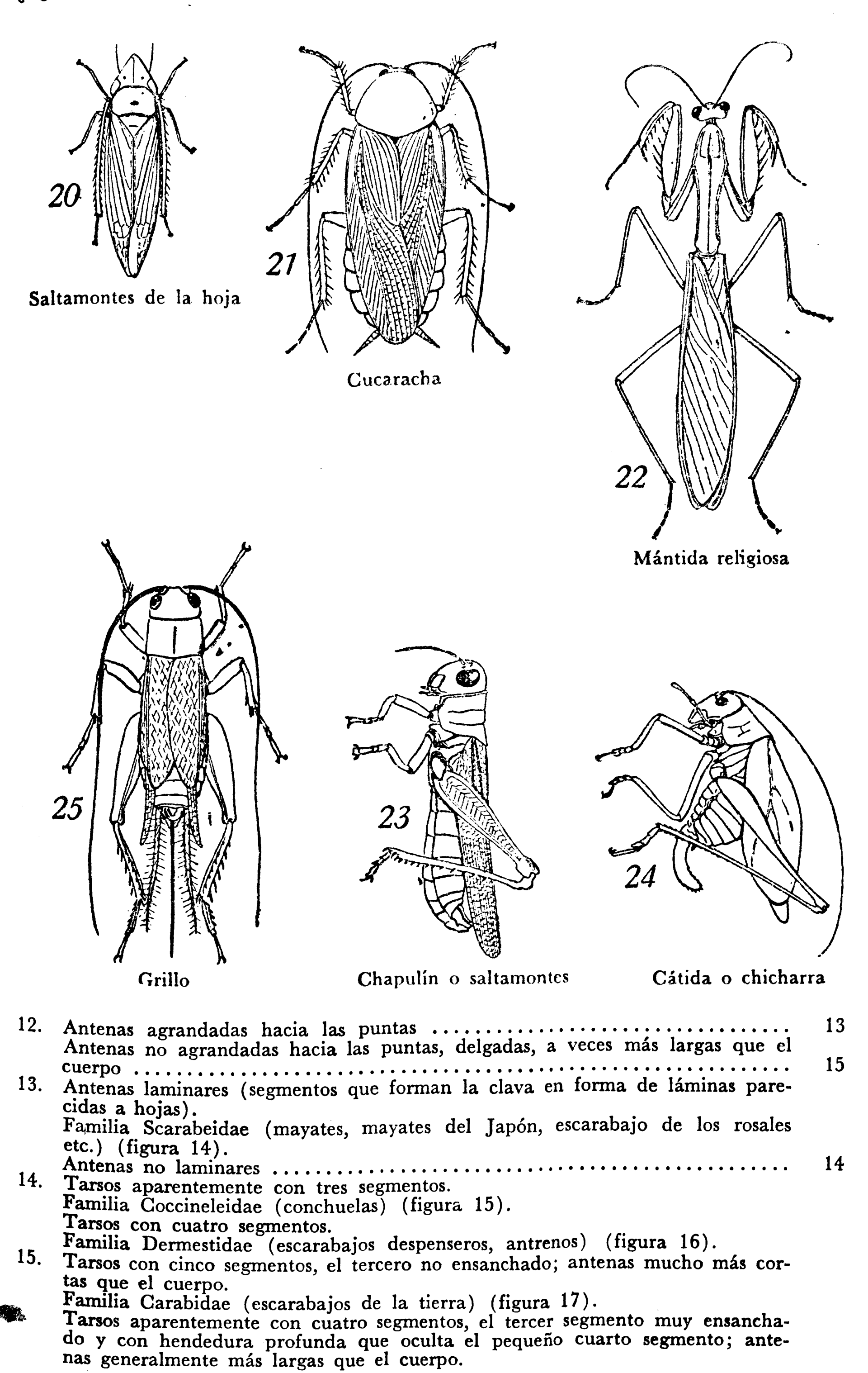
Escarabajo de tierra



Escarabajo taladrador



Chinche hedionda ponzoñosa



Saltamontes de la hoja

Cucaracha

Mántida religiosa

Grillo

Chapulín o saltamontes

Cátida o chicharra

12. Antenas agrandadas hacia las puntas 13
Antenas no agrandadas hacia las puntas, delgadas, a veces más largas que el cuerpo 15
13. Antenas laminares (segmentos que forman la clava en forma de láminas parecidas a hojas).
Familia Scarabeidae (mayates, mayates del Japón, escarabajo de los rosales etc.) (figura 14).
Antenas no laminares 14
14. Tarsos aparentemente con tres segmentos.
Familia Coccineleidae (conchuelas) (figura 15).
Tarsos con cuatro segmentos.
Familia Dermestidae (escarabajos despenseros, antrenos) (figura 16).
15. Tarsos con cinco segmentos, el tercero no ensanchado; antenas mucho más cortas que el cuerpo.
Familia Carabidae (escarabajos de la tierra) (figura 17).
Tarsos aparentemente con cuatro segmentos, el tercer segmento muy ensanchado y con hendedura profunda que oculta el pequeño cuarto segmento; antenas generalmente más largas que el cuerpo.

Familia Cerambycidae (escarabajo cornudo) (figura 18).

16. Alas frontales más o menos correosas o apergaminadas 17
    Alas membranosas 23

17. Partes de la boca en forma de aguijón y pico succionador.
    Orden Hemiptera, en parte 18
    Partes de la boca dispuestas para masticar.
    Orden Orthoptera 19

18. Alas frontales correosas sólo en la base, abruptamente membranosas en el tercio apical o más sobrepuestas; el pico se levanta en la parte frontal de la cabeza.
    Suborden Heteroptera (chinches verdaderas) (figura 19).
    Las alas frontales de la misma consistencia a todo lo largo y generalmente con cierta inclinación sobre el. cuerpo.
    Suborden Homoptera (en parte saltamontes arbóreo y sus allegados) (figura 20).

19. Todas las patas son delgadas y de forma análoga; la parte superior plana.
    Familia Blattidae (cucarachas) (figura 21).
    Las patas frontales o las traseras grandemente modificadas y muy diferentes en forma de las otras.. 20

20. Las patas de adelante muy anchas y largas, adecuadas para coger y sujetar las presas; protórax delgado, en forma de cuello largo; cabeza ancha y capaz de efectuar movimientos no usuales.
    Familia Mantidae (mántidas) (figura 22).
    Patas delanteras normales; las de atrás adaptadas para el salto; los fémures muy anchos 21

21. Antenas cortas, mucho más cortas que el cuerpo.
    Familia Acrididae (saltamontes) (figura 23).
    Antenas más largas que el cuerpo 22

22. Tarsos con cuatro segmentos.
    Familia Lacustidae (saltamontes cornudo, chicharras, etc.) (figura 24).
    Tarsos con tres segmentos.
    Familia Gryllide (grillos) (figura 25).

23. Alas cubiertas con pequeñas escamas imbricadas, a menudo con bellos dibujos en colores.
    Orden Lepidoptera (palomillas y mariposas) 24
    Alas no cubiertas con escamas . 26

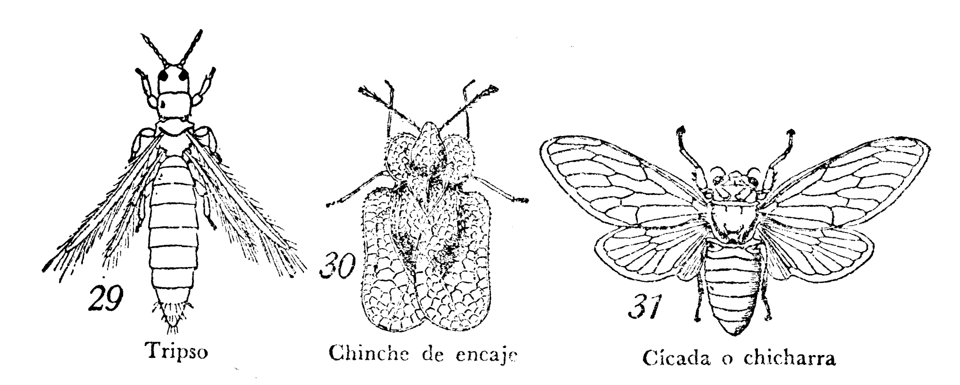
24. Antenas generalmente ahiladas o plumosas, no ensanchadas en las puntas; en reposo las alas se extienden a los lados del cuerpo; cuerpo muy peludo. La mayor parte son insectos que vuelan de noche.
    Suborden Heterocera (palomillas) (figura 26).
    Antena dilatada en las puntas; las alas en reposo, generalmente toman una posición vertical, o las alas de adelante erectas y las de atrás más o menos horizontales; el cuerpo no es muy piloso. La mayoría vuelan de día.

26 Palomilla

27 Brincadora

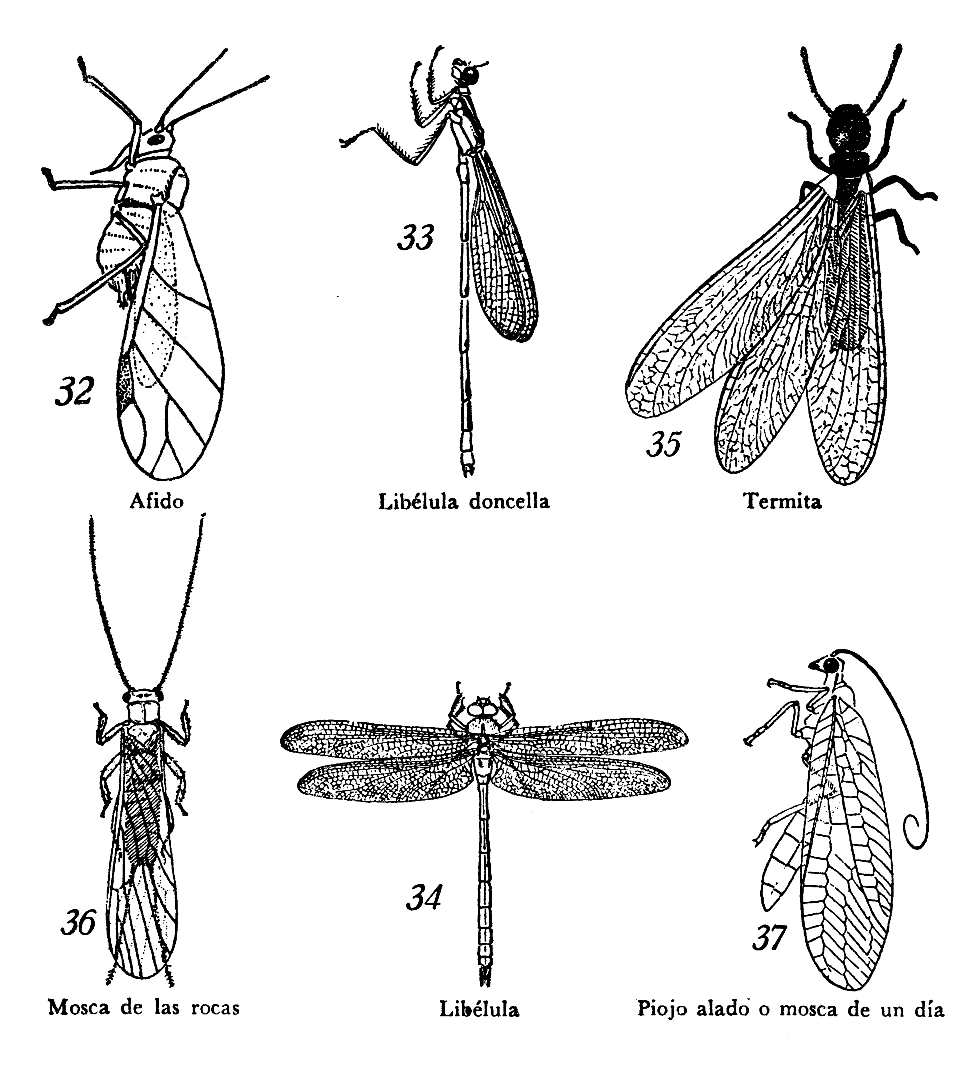
28 Mariposa

Suborden Rhopalocera (mariposas comunes y mariposas caseras) 25
25. Los extremos de las antenas curvados o en gancho.
Familia Hesperiidae (mariposa casera) (figura 27).
Los extremos de las antenas están abultados.
Familia Papilionidae y allegados (mariposas) (figura 28).
26. Alas muy angostas, como cuchillas y bordeadas de largas cerdas; tarsos terminados en una estructura en forma de hoja ancha.
Orden Thysanoptera (tripsos) (figura 29).
Alas no en forma de cuchillas; tarsos sin la estructura de cuchillas 27
27. Las partes de la boca en forma de pico para taladrar y chupar.
Hemiptera, en parte 28
Los órganos de la boca especializados para masticar 29
28. Las alas frontales como encaje; en reposo, horizontales y sobrepuestas; insectos pequeños y de forma aplastada.
Familia Tingidae (chinche de encaje) (figura 30).
Las alas frontales no semejan encaje; habitualmente inclinadas hacia los lados, y cuando están en reposo no se recubren.
Familia Cicadidae (cícadas) (figura 31), Aphidae (pulgones) (figura 32) y sus allegados.



Tripso — Chinche de encaje — Cícada o chicharra

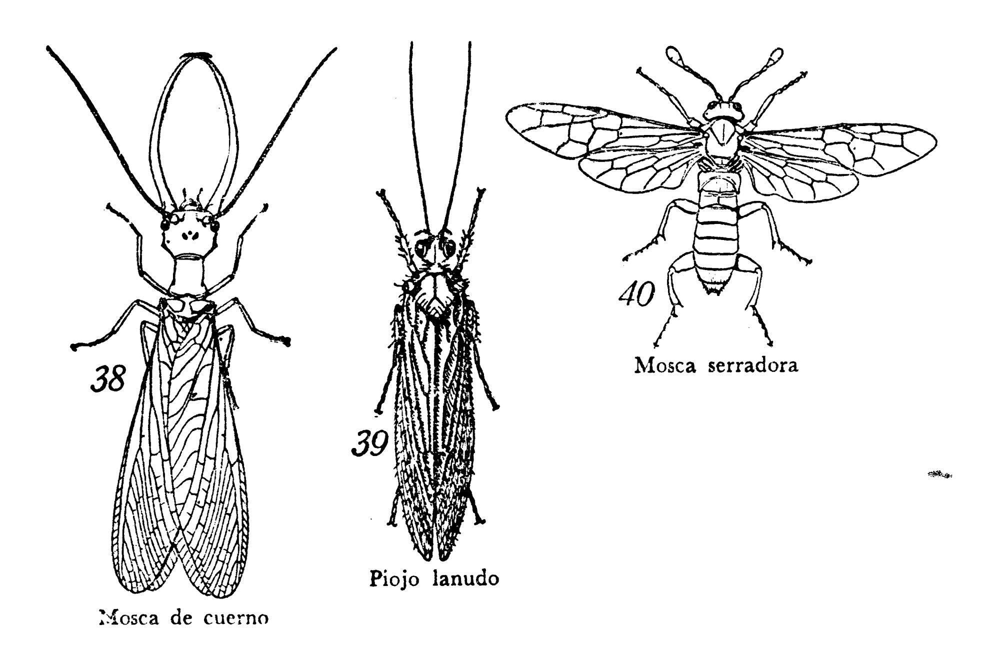
29. Alas con numerosos nervios transversales y muchos longitudinales formando una malla 30
Alas con pocos nervios transversales y generalmente con pocos longitudinales, sin red nerviosa 35
30. Antenas muy cortas y poco visibles, compuestas de pocos segmentos 31
Antenas muy visibles, compuestas de muchos segmentos 33
31. Las alas de atrás muy pequeñas; la punta del abdomen con dos o tres filamentos largos que se proyectan hacia atrás.
Orden Ephemeroptera, en parte (moscas de mayo).
Las alas frontales y traseras casi del mismo tamaño; abdomen sin filamentos terminales.
Orden Odonata 32
32. Alas delanteras y zagueras similares en forma, delgadas en la base; cuando están en reposo las alas tienen posición vertical sobre el abdomen.
Suborden Zoraptera (libélulas doncella) (figura 33).
Las alas traseras muy ensanchadas en la base; en reposo las alas están en posición horizontal, extendidas hacia afuera.
Suborden Anisoptera (libélulas) (figura 34).
33. Muchos de los nervios de las alas membranosos y tenues; alas delanteras y traseras del mismo tamaño y forma; tarsos con cuatro segmentos.
Orden Isoptera (termitas) (figura 35, forma alada).
Nervios de las alas extremadamente desarrolladas 34
34. Tarsos con dos o tres segmentos.
Orden Plecoptera (moscas de la piedra) (figura 36).
Tarso con cinco segmentos.
Orden Neuroptera (piojos alados) (figura 37), moscas cornudas (figura 38), etc.
35. Tarso con cinco segmentos.
Tarso con dos o tres segmentos.
Orden Corrodentia (psócidos).



Afido — Libélula doncella — Termita

Mosca de las rocas — Libélula — Piojo alado o mosca de un día

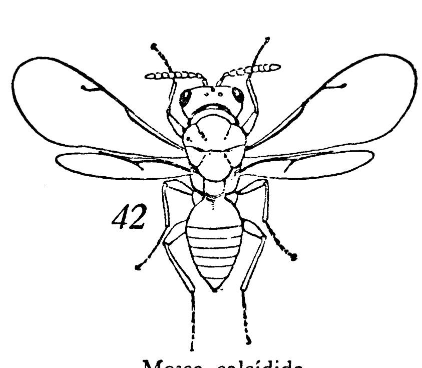
36. Alas cubiertas de pelos largos y finos; en reposo las alas están inclinadas hacia los lados sobre el abdomen.
Orden Trichoptera (piojos lanudos) (figura 39).
Alas transparentes, no cubiertas de pelos largos ni inclinadas sobre el abdomen, en reposo.
Orden Hymenoptera 37
37. Forma ancha del abdomen en la unión con el tórax.
Suborden Symphy (moscas serradoras, avispas carpinteras) (figura 40).
Abdomen más o menos delgado en la base 38
38. Pecíolo del abdomen (la parte basal por la cual el abdomen se une al tórax) compuesto de un segmento vertical en forma de placa o de dos segmentos estrechos que resaltan notablemente del resto del abdomen.
Familia Formicidae (hormigas) (figura 41, forma alada).
Pecíolo del abdomen, no como el anterior 39
39. Ala frontal sin estigma (mancha detrás de la parte frontal del margen, más o menos triangular, opaca y en ocasiones descolorida).
Superfamilia Chalcidoidea, etc. (moscas calcídidas y sus allegadas) (figura 42).
Ala delantera con un estigma 40
40. Cuerpo peloso, los pelos ramificados; el primer segmento del tarso muy ancho por lo común y adecuado para recoger polen.

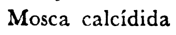


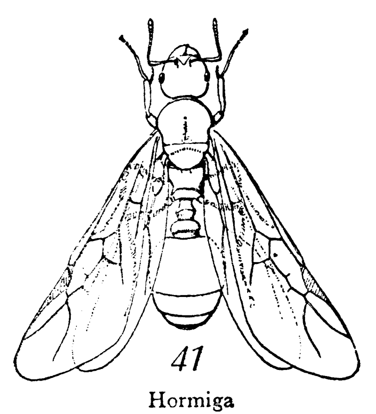
Mosca de cuerno

Piojo lanudo

Mosca serradora




Mosca calcídida



Hormiga

Superfamilia Apoidea (abejas) (figura 43).
Por lo general cuerpo no tan peludo, los pelos no ramificados 41

41. Alas plegadas a lo largo cuando se encuentran en reposo.
Familia Vespidae (avispas y avispones) (figura 44).
Alas no plegadas a lo largo cuando se encuentran en reposo 42

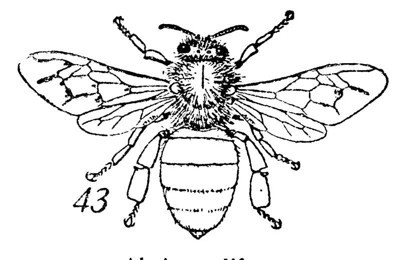
42. Antenas por lo general largas y delgadas, compuestas de muchos segmentos; la hembra suele tener un ovipositor proyectado hacia atrás.
Superfamilia Ichneumonoidea (avispas coludas) (figura 45).
Antenas cortas, compuestas de 12 ó 13 segmentos; la hembra sin ovipositor saliente.
Superfamilia Sphecoidea (avispas cola de hielo) (figura 46).

43. La punta del abdomen con dos o tres apéndices largos dirigidos hacia atrás.. 44
La punta del abdomen sin esos apéndices 45

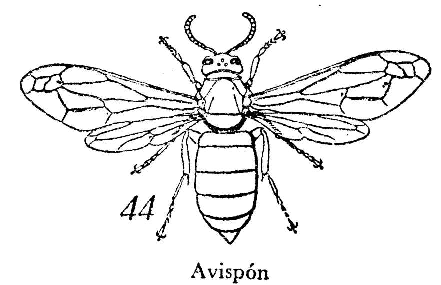
44. Apéndices abdominales gruesos, rígidos, en forma de pinzas.
Orden Dermaptera, en parte (tijerillas).
Apéndices abdominales delicados, flexibles, como antenas.
Orden Thysanura (pescaditos de plata, etc.) (figura 47).

45. Tarso compuesto sólo de uno o tres segmentos 46

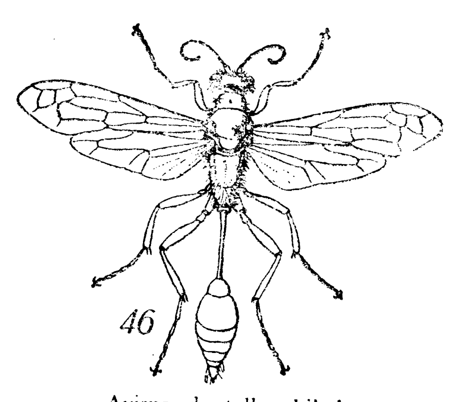
Tarsos compuestos de cuatro o cinco segmentos 50
46. Antenas muy visibles proyectadas hacia adelante de la cabeza 47
Antenas muy cortas, poco visibles, no proyectadas hacia adelante de la cabeza 49
47. Antenas compuestas de tres segmentos 48
Antenas de más de seis segmentos; insectos muy pequeños que a veces se encuentran por miles en casas húmedas.
Corrodentia (psócidos) (figura 48).



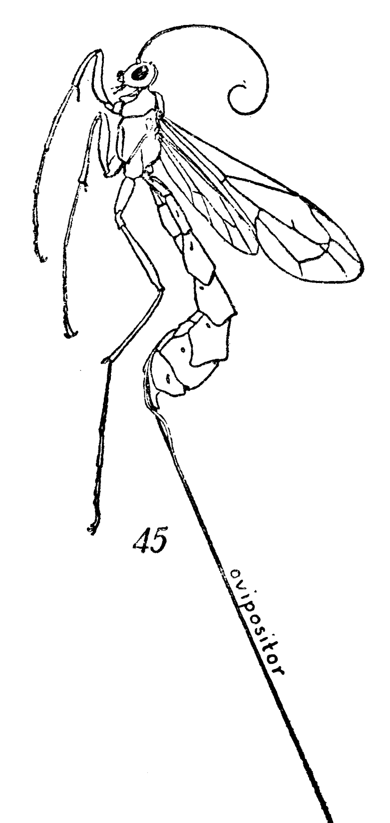
Abeja melífera



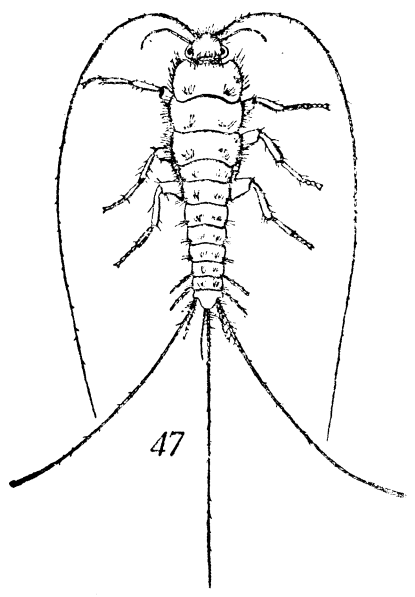
Avispón



Avispa de talle ahilado



Icneumón



Lepisma

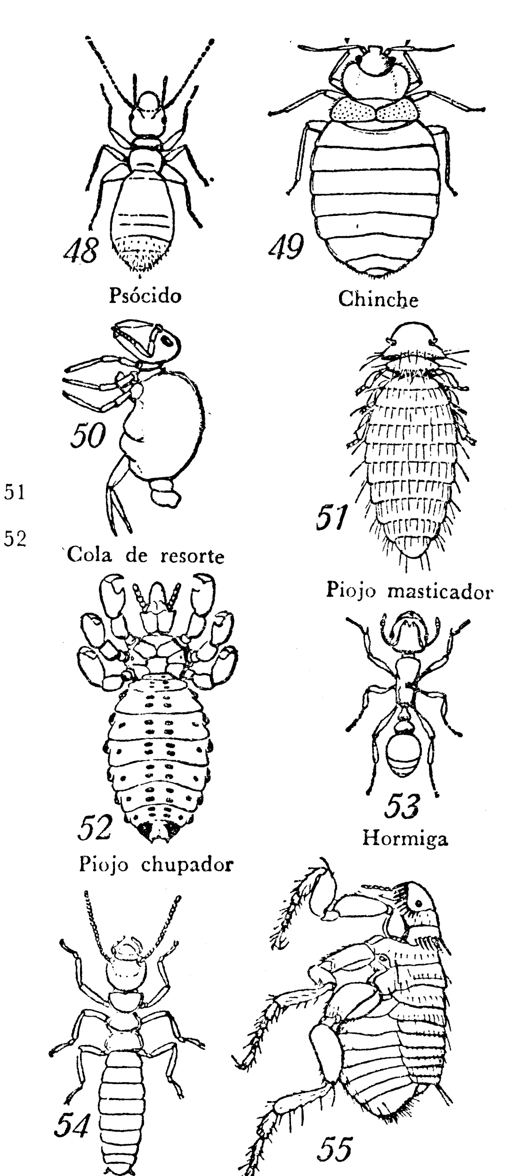
48. Partes de la boca en forma de pico bien diferenciado, con cuerpo muy aplastado.
Orden Hemiptera, familia Cimícidae (chinches caseras) (figura 49).
Partes de la boca no en forma de pico; cuerpo no aplastado.
Orden Collembola (colas de resorte) (figura 50).

49. Con partes de la boca para morder.
Orden Mellophaga (piojos masticadores) (figura 51).
Con partes de la boca adaptadas para taladrar y chupar.
Orden Anoplura (piojos chupadores) (figura 52).

50. Antenas prominentes 51
Antenas no visibles, que no sobresalen 52

51. Cuerpo notablemente estrecho en la base del abdomen; antenas acodadas, muy largo el segmento basal; tarso con cinco segmentos.
Orden Hymenoptera, familia Formicide (hormigas) (figura 53, forma sin alas).
Cuerpo no comprimido en la base del abdomen; antenas no acodadas, el segmento basal corto; tarso con cuatro segmentos.
Orden Isoptera (termitas) (figura 54, forma sin alas).

52. Cuerpo muy comprimido en los lados; abdomen claramente segmentado; cadera muy larga y muy aplastada; patas adaptadas para el salto.
Orden Siphonaptera (pulgas) (figura 55).
Cuerpo no comprimido; abdomen no segmentado claramente; patas no aptas para el salto.
Orden Diptera, en parte; formas sin alas (garrapata de los borregos y sus allegados).



Psócido
Chinche
Cola de resorte
Piojo masticador
Piojo chupador
Hormiga
Termita
Pulga

Progresos en la clasificación de los insectos

C. F. W Muesebeck

La exacta identificación de un insecto es la llave para toda experiencia registrada en el pasado con aquella especie. Sin ella, puede incurrirse en errores costosos en la aplicación de medidas de control, pueden instituirse prácticas de cuarentenas ineficaces e injustificadas y puede duplicarse innecesariamente mucho trabajo. No sería difícil para el entomólogo aprender a identificarlas y denominarlas a todas si sólo hubiera unos cuantos centenares, o hasta unos cuantos miles de diferentes clases de insectos; pero se han descrito y nombrado cerca de 700,000 clases diversas y se calcula que aún queda por clasificar cuando menos el doble.

Por esta razón, es evidentemente imposible determinar lo que realmente es un insecto dado sin la ayuda de una disposición ordenada, o clasificación, de todas las especies conocidas. Seguramente que un número relativamente pequeño de insectos comunes y bien diferenciados serán fácilmente reconocibles sin ayudas especiales, pero la inmensa mayoría únicamente pueden identificarse mediante el uso acertado de claves, descripciones y otras guías, resultado del paciente trabajo de investigación de muchos especialistas. Es esta investigación sobre clasificación lo que hace posible la identificación precisa. Lo exacta y completa que sea la identificación depende de lo completa y lo minuciosa que haya sido la investigación.

La clasificación de las cosas vivientes es un esfuerzo para interpretar a la Naturaleza. Intenta reunir las clases que son parecidas y estrechamente relacionadas y separa las que no se parecen ni tienen entre sí parentesco alguno. Las primeras clasificaciones de insectos se basaron principalmente sobre los hábitos y los *habitats* y sobre ciertos rasgos anatómicos vagos que contribuyen a definir las facies o aspectos generales de las diferentes clases. Estas clasificaciones fueron ensayos y, naturalmente, en extremo artificiales. Reunían cosas que no tenían ninguna relación entre sí y separaban formas que estaban muy cerca unas de otras. Pero con el desarrollo de los conocimientos sobre insectos y el rápido aumento del número de especies conocidas se intensificó la investigación de nuevos caracteres utilizables para hacer clasificaciones más satisfactorias. Los métodos y los conceptos mejoran sin cesar; el resultado es que los taxonomistas de insectos van ofreciendo gradualmente en sus clasificaciones una interpretación de la vida de los insectos mucho más cercana a los hechos reales que cualquiera de las ordenaciones efectuadas previamente.

En los esfuerzos para alcanzar el objetivo de tener clasificaciones de acuerdo con las relaciones naturales de los insectos, hay que tomar en cuenta no solamente las características anatómicas, sino también hechos pertenecientes a la fisiología, la biología, la distribución, la ecología y en ocasiones a la citología de las especies. Algunas veces, ciertamente, no existen diferencias anatómicas, o cuando menos no son evidentes, aunque se observen señaladas diferencias en los hábitos de vida de las poblaciones de insectos en cuestión: diferencias en el tiempo en que hacen su aparición, en las preferencias de alimentos, en los métodos de invernada, o aun en las reacciones a ciertos insecticidas.

Cuando son conocidos esos hechos, suelen constituir indicios de diferencias fundamentales entre formas que en un principio parecían idénticas. Indican que una revisión de series de especímenes quizá revele diferencias estructurales que habían pasado inadvertidas, y a menudo es así. Esto sucedió con las moscas del gusano barrenador, con las moscas europeas serradoras del abeto, con la escama roja y la escama amarilla californiana de los cítricos, entre otras. Las dos moscas del gusano barrenador fueron consideradas por largo tiempo como una misma especie que algunas veces se alimentaba como verdaderos parásitos sobre animales de sangre caliente, incluido el hombre, y otras veces como basureros que comen animales muertos. Estas diferencias en los hábitos alimenticios llevaron a los taxonomistas al estudio comparado de estas moscas criadas de larvas de los dos tipos de hábitos, y a descubrir que, después de todo, las moscas de los dos orígenes podían distinguirse a base de diferencias anatómicas y que representaban dos especies completamente diferentes.

Esta información trajo por consecuencia un cambio brusco en el procedimiento de control contra las formas parasitarias. Fue un estudio citológico de la mosca europea del abeto el que estableció la distinción de dos especies consideradas durante mucho tiempo como una sola. En el caso de las escamas rojas y amarillas de los cítricos, diferencias de susceptibilidad al ataque por ciertos parásitos y diferencias en la localización sobre los árboles infestados, finalmente llevaron al descubrimiento de diferencias estructurales por las que pudieron ser identificadas las dos especies.

Utilizando, pues, toda la información disponible, los taxonomistas están tratando de correlacionar la conducta y otras características de la vida de los insectos con rasgos anatómicos, pues ha llegado a comprenderse que solamente de ese modo puede hacerse una sólida clasificación natural. Pero en la formación de llaves, que son las guías para la identificación y que reflejan la opinión de los taxonomistas respecto a las relaciones, es inevitable depender del uso de las características físicas de los insectos. Sólo ellas son siempre definidamente determinables atendiendo a los especímenes mismos. En consecuencia, los esfuerzos principales en la investigación de los taxonomistas se orientan necesariamente hacia la búsqueda de peculiaridades físicas, por pequeñas que sean, que parezcan ser probablemente constantes relativamente y más o menos diferenciales. Que no es ésta una tarea sencilla es evidente por el número enorme de clases conocidas y por la constante adición anual a ese número de 10,000 o más especies. Es raro que se pueda construir una llave que infaliblemente lleve al que la usa al nombre correcto de un insecto dado, aun para un grupo de insectos relativamente pequeño. Son pocas las características absolutamente fijas, y la extensión y dirección de la variación son extremadamente variables. El *Bracon hebetor,* un parásito abundante y ampliamente distribuido de ciertas pestes de productos almacenados, varía en color, desde completamente amarillo a totalmente negro.

Por otro lado, todas las palomillas de todas las especies del género *Rupela* son, sin excepción, enteramente blancas. Un individuo puede ser cinco veces más grande que otro individuo completamente maduro de la misma especie. En otra especie, quizá estrechamente emparentada, los especímenes pueden ser más bien de tamaño uniforme. Detalles de la forma o de la nervatura de las alas pueden ser sorprendentemente constantes o pueden variar ampliamente. Es importante determinar la amplitud de la variabilidad en cada caso, pero eso exige un gran número de especímenes, y no siempre pueden tenerse. Por esta razón, raras veces un carácter que es empleado en una llave puede considerarse absoluto, y ninguna llave se puede considerar más que como una guía provisional para la identificación. Inevitablemente exigirá modificaciones, o quizá ser completamente rehecha, al aumentar el conocimiento de los grupos particulares que comprende; su

utilidad dependerá en no poco grado de la aptitud, la experiencia y quizá la intuición del que la usa.

Es un fenómeno común el dimorfismo entre los insectos adultos de la misma especie. A menudo esto es causa de serias dificultades para formular clasificaciones. Las formas sexuales aladas en termitas y hormigas, por ejemplo, tienen poco parecido con las obreras ápteras de la misma especie; en las avispas mutillides, que son conocidas por el público en general por el nombre inexacto de hormigas de terciopelo, los machos alados son tan diferentes de las hembras sin alas, que su identidad puede determinarse únicamente por asociación biológica. Esto también acontece con las palomillas del gusano barrenador, en las que la hembra es una especie de larva parecida a un saco de huevos, pero el macho es una palomilla alada normal. Tan notable casta o diformismo sexual se encuentra en varias secciones de todos los grandes grupos de insectos. Además, como la asociación biológica de castas o sexos notablemente diferentes puede ser difícil y lenta, sucede algunas veces que el macho y la hembra de una misma especie son considerados durante mucho tiempo como dos cosas distintas y se les llama con nombres diferentes. Solamente las observaciones en el campo o los estudios biológicos pueden definir los hechos en estos casos.

La mayor parte de las veces es en la etapa larvaria cuando es destructor un insecto. Debido a que es inofensivo y raras veces se le ve, el insecto adulto puede ser desconocido para el agricultor cuyas cosechas sufren daños. Con el objeto de que puedan aplicarse medidas de control correctas hay que identificar al insecto en su etapa larvaria. Así pues, se ha hecho esencial por razones prácticas en el caso de varios grupos de insectos completar las clasificaciones hechas sobre adultos con llaves para las larvas. La formulación de estas llaves es particularmente difícil y lenta, porque primero debe ser definitivamente establecida la identidad de las larvas. De otra manera, por buena que pueda ser la llave, no proporcionará a quien la consulte la información de que se dispone sobre los hábitos y el control de la plaga. El nombre propuesto originalmente para el insecto adulto es la pista, y la larva debe ser identificable por el mismo nombre. Mas para la asociación definida de la larva con el adulto deben hacerse habitualmente estudios de campo o de laboratorio, y éstos con frecuencia requieren facilidades de las que no se dispone fácilmente. En consecuencia, el número de diferentes especies de insectos en las que se han estudiado este tipo de asociación es muy pequeño y crece lentamente. Aun en los Lepidoptera (palomillas y mariposas) y los Coleoptera (escarabajos), donde se ha trabajado más sobre formas inmaduras que en los otros grandes grupos de insectos, menos del 3 por ciento de las especies descritas son conocidas en su etapa larvaria. Pero desde 1910 aproximadamente se ha hecho un gran progreso en este campo del trabajo taxonómico, y como naturalmente se ha dado la mayor importancia a las especies dañinas, muchas de las plagas más importantes se pueden identificar ahora en sus etapas inmaduras.

Aunque, como ya he indicado, el procedimiento normal es basar los nombres en los adultos y desarrollar las clasificaciones primeras y principales por las características de éstos, existe una excepción notable. Comprende el importante grupo de plagas de las plantas que abarca la familia Aleyrodidae, cuyos miembros son conocidos con el nombre común de moscas blancas. Son insectos de tamaño pequeño que no se colectan en abundancia en las etapas adultas, pero suele vérselos adheridos a las hojas de las plantas infestadas cuando están en la fase de crisálida. La familia, que comprende plagas tan devastadoras como la mosca prieta de los cítricos, fue desconocida por largo tiempo, y la mayor parte de los conocimientos actuales relativos a su clasificación se han acumulado en los últimos 50 años, siendo los taxonomistas norteamericanos los que hicieron el primer trabajo importante y fundamental. Se descubrieron en la crisálida caracte-

rísticas útiles sobre las cuales basar una clasificación, y casi toda la clasificación de las moscas blancas se funda en esa etapa. De hecho, rara vez es posible identificar los adultos de este grupo debido a que se han asociado definitivamente a las formas inmaduras sólo en unos cuantos casos.

Al paso mismo de su complejidad creciente, la taxonomía se ha especializado cada vez más, hasta el punto de que ahora un investigador suele limitarse a un campo limitado, como, por ejemplo, los áfidos o pulgones, las hormigas, los piojos masticadores, las palomillas de larvas cortadoras, los saltamontes chupadores, las escamas, las termitas, los tripsos, los gorgojos, ciertas secciones de las abejas o las avispas, los saltamontes, los cinípidos o mosquitos.

Tal especialización es esencial para un trabajo absolutamente competente y de autoridad en la identificación y clasificación de los insectos. Aun el mantenerse al día en la literatura taxonómica de cualquiera de los limitados campos mencionados es tarea que exige mucho tiempo, porque la taxonomía —descripción, nomenclatura y clasificación ordenada de los organismos— es internacional, y un taxonomista debe tener en cuenta todo lo que se publica de su especialidad en todo el mundo. Además, deben buscarse sin cesar nuevos puntos de vista y técnicas más refinadas para tratar los problemas que implica la clasificación de un grupo tan complejo de organismos tan cambiantes y evolutivos como se ha comprobado que son los insectos. La decisión final en cuanto a identidad muchas veces descansa sobre las características de ciertas estructuras internas que hay que disecar y montar en portaobjetos después de una preparación más o menos complicada. En realidad, esa meticulosa preparación de portaobjetos, que generalmente incluye el teñido de los tejidos, es ahora un prerrequisito de rutina para el estudio e identificación de todos los insectos de muchos grupos, incluyendo áfidos, moscas blancas, escamas, tripsos, pulgas y piojos.

El reconocimiento mismo de las dificultades y complicaciones que se han descrito aquí es en sí misma prueba de los importantes progresos en las investigaciones sobre clasificación. Cada vez se concede más importancia a las cosas fundamentales y cada vez se pone mayor precaución al hacer las identificaciones. Hoy día, los taxonomistas tienden cada vez más a no aventurar identificaciones específicas en grupos que no han sido estudiados y revisados por completo, aunque hace una o dos generaciones, cuando los problemas correspondientes no eran tan bien comprendidos, se hacían libremente en los mismos grupos determinaciones con frecuencia inexactas. Al aumentar los conocimientos sobre los grupos de insectos la identificación se ha hecho más difícil, pero al mismo tiempo es más exacta y precisa.

La historia reciente de la investigación taxonómica sobre los mosquitos es un buen ejemplo de lo que se está haciendo a consecuencia del estudio intensivo, especializado, de una familia de insectos. Al mismo tiempo indica con bastante claridad lo extensa que es la tarea del taxonomista de insectos. Desde que se descubrió la transmisión de la malaria, la fiebre amarilla y el dengue por mosquitos, esta familia, que hoy cuenta con 2,000 especies aproximadamente, fue estudiada con ahinco. Pronto fue uno de los grupos mejor conocidos de volumen comparable. La clasificación básica, después de un período de gran inestabilidad en las primeras dos décadas de este siglo, ha alcanzado un alto grado de estabilidad gracias principalmente a los esfuerzos de H. G. Dyar, en los Estados Unidos, y de F. W. Edwards, en Inglaterra. Esta taxonomía se basó tanto en los caracteres de la larva como en los del adulto, lo cual acrecentó su fuerza. Se han publicado grandes trabajos de revisión sobre las faunas de mosquitos de la mayoría de las regiones del mundo, y pareció posible hacer determinaciones definidas bastante fácilmente para mosquitos de todas partes. Al estallar la Segunda Guerra Mundial, en que adquirió importancia el rápido reconocimiento de los mosquitos encontrados en partes remotas del mundo, se evidenció, no

obstante, que gran parte de lo que se había hecho sobre la clasificación de esta familia estaba atrasado y que muchas especies no podían determinarse satisfactoriamente.

Bajo este acicate, se emprendió el estudio intensivo de la familia por muchos taxonomistas y se prepararon llaves muy amplias para los anofeles (vectores de la malaria) del mundo, así como llaves para otros mosquitos de importancia médica existentes en zonas de mucha importancia. La presencia de entomólogos militares en los teatros de la guerra hizo posible la extensa y cuidadosa recolección de especímenes, y muchos de los adultos fueron criados individualmente y asociados con las formas larvarias y las crisálidas. Este material se estudió en los laboratorios de campo y en los museos en donde los ejemplares fueron finalmente depositados; el resultado fue un gran número de estudios que describían nuevas especies y revisaban géneros y grupos de especies. Se aprendió mucho sobre las relaciones taxonómicas de las especies, y se descubrieron muchos nuevos caracteres útiles para distinguirlas. Se dio gran importancia al estudio de los mosquitos en su etapa de crisálida, y resultan fructuosos los resultados de los incesantes esfuerzos para mejorar la clasificación de la familia. Pero aunque la laguna en el conocimiento de los mosquitos se va llenando rápidamente, queda mucho por hacer. Esto es más cierto aún de otros grupos de insectos, entre ellos los insectos escamas, las hormigas, las pulgas, los piojos, los áfidos, los saltamontes y ciertas familias pequeñas de palomillas y escarabajos que se han estudiado con bastante intensidad por su notoria importancia económica.

Si ésta es, pues, la situación en los grupos relativamente pequeños que han recibido atención especial por su importancia extraordinaria para el bienestar del hombre, es evidente que se necesitará desarrollar un trabajo inmenso para que sean totalmente investigados y estudiados muchos grandes grupos que han sido relativamente poco estudiados.

Así, en los 200 años transcurridos desde Linneo, tiempo durante el cual el número de especies conocidas aumentó desde menos de 2,000 a 700,000 aproximadamente, la clasificación de los insectos se ha convertido en un trabajo laborioso y complejo. Al principio consistió esencialmente en la mera distribución de especímenes dentro de una serie de casillas metafóricas a base de diferencias muchas veces puramente superficiales. Gradualmente se han tenido que tomar en consideración muchos factores que han aumentado inconmensurablemente la dificultad del trabajo. Entre ellos se cuentan la variación en todos sus aspectos, el dimorfismo, la correlación de las características biológicas con las peculiaridades estructurales en la medida en que lo permitían los conocimientos biológicos y la identificación de los insectos inmaduros. Virtualmente este último es un campo independiente por sí mismo, porque se interesa por formas extremadamente diferentes de los adultos a los que pertenecen.

La clasificación de insectos se reconoce ahora como una tarea que no se termina nunca. Reajustes o revisiones completas de las clasificaciones de todos los grupos se hacen necesarias a medida que se descubren más especies nuevas y se acumula nueva información sobre las ya conocidas.

C. F. W. MUESEBECK, *quien recibió su preparación académica sobre entomología en la Universidad de Cornell, antes de ingresar en el Departamento de Entomología en 1916 estuvo encargado de la Sección de identificación de insectos desde 1935. En reconocimiento a sus servicios, el Departamento de Agricultura lo premió en 1951 con una medalla por servicios distinguidos. Antes de incorporarse al Departamento, el señor Muesebeck estuvo algunos años en Europa buscando parásitos específicos de algunos insectos dañinos que se han introducido en los Estados Unidos.*

La utilidad de las colecciones de insectos

Clarence E. Mickel

El placer y la incitación de tomar parte en una actividad científica vital puede hacerlos suyos quien forme una colección de insectos.

Comienza porque le divierten el goce de la inacabable diversidad de forma, color, conducta y la universalidad de los insectos. Poco después deseará conocer los nombres científicos correctos de los especímenes que tiene y aumentar su colección para incluir ejemplares de otras especies. Su interés aumenta con su colección, y ambos pueden alcanzar considerable tamaño. Cualesquiera que sean su edad y su instrucción, se convierte, a fin de cuentas, en un científico y forma parte de un grupo cuyo trabajo tiene gran importancia económica para los agricultores y para la gente en general.

Descubrirá el valor básico de una colección de especímenes identificados correctamente, puesto que el nombre científico correcto de una especie es la clave de toda la información publicada sobre esa especie, de sus hábitos y el daño o el beneficio que causa. También descubrirá que todavía hay mucho que aprender acerca de todos los insectos y que sus propias y cuidadosas observaciones tienen valor al aumentar el acervo de los conocimientos sobre ellos.

Su colección puede ser pequeña, de veinte a varios centenares de ejemplares, con representantes de los órdenes y de las principales familias de insectos. O puede, con el tiempo, abarcar miles de especímenes y restringirse a ciertos grupos de insectos, como una familia o un género.

Quizá prefiera formar lo que llamamos una colección general. Su propósito entonces es acumular especímenes representativos de los insectos comunes en su propia vecindad, para gozar de su belleza de color y de forma, o usarlos para aprender a reconocer los insectos, o simplemente para satisfacer su instinto de coleccionista. El alcance y tamaño de su colección dependerá de él y del grado de su interés. Puede limitarse a especímenes encontrados en su propio patio o puede incluir los de su pueblo y municipio.

Sea lo que fuere, cuando intente identificar los especímenes que ha colectado averiguará muchas cosas acerca de los métodos de la ciencia: la necesidad de montar y conservar adecuadamente los ejemplares para que no se estropeen y pierdan algunas partes de un espécimen y, en consecuencia, que se haga imposible su correcta identificación; la necesidad de un examen minucioso del ejemplar para su identificación; la diferencia entre el aprendizaje por el interés que encierra en sí mismo el aprendizaje para su aplicación práctica (en este caso el control de los insectos perjudiciales), y el profundo interés del hombre de ciencia por la clasificación y la denominación ordenadas.

Hará bien en conseguir todas las etapas de la vida de los insectos que colecciona, particularmente si su deseo es conocer todas las plagas de las plantas, de los animales, de los productos almacenados o de los edificios que rodean su casa. Antes que pase mucho tiempo, obtendrá información acerca de dónde, cuándo y cómo viven los insectos y los nombres de los órdenes y las familias de los especímenes que ha colectado. Estos detalles los obtendrá en las obras de consulta,

entre ellas el capítulo de este libro titulado *Cómo se conoce un insecto,* insertado en la página 48.

Cualquiera puede hacer estas colecciones. Basta tener algunos conocimientos técnicos, pero los adquiere a medida que hace y aumenta su colección. El equipo de montaje y los repuestos, las cajas para guardar los insectos y algunos libros de consulta requerirán algún dinero, pero en cantidad nada excesiva. Si posee este ANUARIO, tendrá a mano muchas de las cosas que desea conocer, pero si espera seriamente identificar ejemplares de insectos, necesitará algunas obras técnicas más. Colectar insectos es un pasatiempo tan barato que puede permitirse cualquiera. La colección puede tener o no valor científico, pero para él puede tener un gran valor personal: le enseña una infinidad de cosas acerca del mundo de los insectos y sobre todos los seres vivientes. Las probabilidades son que todo el mundo, muchachos u hombres, o muchachas o mujeres, que hace una colección general adquiera un interés intenso por los insectos que persistirá durante toda la vida y se extenderá a otras ramas de las Ciencias Naturales.

Otra clase de colección es la que pueden hacer un biólogo o un entomólogo por sí mismos. Ocasionalmente, una persona con estudios de biología llega a interesarse en los problemas de la clasificación de un grupo limitado de insectos, como una familia o un género. Puede investigar sobre la clasificación del grupo, y si no está asociado a algún instituto de investigación entomológica puede hacer su colección personal del grupo. De hecho, algunos entomólogos profesionales tienen colecciones privadas del grupo de insectos en los que están interesados y sobre los que hacen investigaciones taxonómicas.

Estas personas se preocupan más que los principiantes por montar y conservar ejemplares: cada uno de éstos lleva un marbete que consigna la localidad donde se colectó, la fecha, el nombre del colector y cualquier otra información biológica que se pueda imprimir en un marbete pequeño. Cada espécimen lleva además un segundo marbete que da el nombre científico correcto, el nombre del científico que hizo la identificación y el año en que ésta se hizo. El primer marbete o de la localidad es importante —ningún espécimen tiene valor científico sin él—. Los propietarios de estas colecciones a menudo son entomólogos competentes y sus colegas estiman mucho su trabajo. Los resultados de sus investigaciones se publican en revistas profesionales. De esto resulta, pues, que las colecciones privadas pueden tener gran valor científico; realmente, pueden tener tanto valor científico como cualquier colección profesional de un museo o de un instituto de investigación entomológica. Los propietarios quizá describen nuevas especies y géneros de insectos y los especímenes que describen llegan a tener valor como ejemplares de consulta.

Cuando un entomólogo, profesional o aficionado, publica los resultados de sus investigaciones en una revista profesional, su descripción de una especie nueva y los datos relativos a los especímenes sobre los que está basada, se convierten en propiedad pública, pero los especímenes mismos continúan siendo de propiedad privada. Con frecuencia la publicación es suficiente para la identificación de especímenes recogidos posteriormente, pero en ocasiones no puede hacerse una identificación exacta sin recurrir a los especímenes originales. En estos casos puede ser necesario que un entomólogo distinto del que hizo la primera descripción examine los especímenes sobre los cuales se hizo dicha descripción. Así pues, es vital que los ejemplares originales estén adecuadamente cuidados y que dispongan de ellos para examinarlos investigadores competentes.

Las colecciones hechas, costeadas y cuidadas por un individuo seguirán siendo de su propiedad mientras se dedique a la investigación, naturalmente; pero las colecciones de valor científico pertenecen al mundo de la investigación entomológica tan pronto como termine su utilidad para el propietario. Muchas colecciones se han donado o vendido a instituciones de investigación, donde son

cuidadas y conservadas para el uso de todos los entomólogos; pero ha sucedido que buenas colecciones han sido tan descuidadas, que los especímenes se han estropeado o se han perdido. Un ejemplo es la colección del famoso entomólogo americano Thomas Say, la cual, después de su muerte en 1834, se perdió o se destruyó por causa de las plagas; una de las colecciones más valiosas entre todas las primeras colecciones de insectos se perdió porque no se tomó ninguna medida para su cuidado.

LAS COLECCIONES PROFESIONALES DE INSECTOS son conservadas por instituciones para consulta, investigación y enseñanza.

La colección de consulta está sistemáticamente ordenada, en tal forma que cualquier serie de especímenes representantes de una misma especie se puedan consultar para verificar la identificación de nuevos especímenes. El número de especímenes de una serie no necesita ser grande, aunque incluya especímenes de ambos sexos, de las fases inmaduras y de los perjuicios que causan los insectos de importancia económica. A causa de las diferencias en métodos de conservación, los especímenes adultos a menudo están separados de los especímenes inmaduros, y ambos pueden estar separados de los ejemplos de daños causados por insectos.

El alcance de las colecciones de consulta depende de las instituciones patrocinadoras. Una institución de un Estado, de un municipio o de una ciudad a menudo prefiere limitar la colección a los insectos que se encuentran dentro de sus límites; pero los grandes museos y algunas universidades mantienen colecciones de consulta de alcance casi mundial.

Cuando un espécimen se envía a una institución para que lo identifiquen puede compararlo con material ya denominado un especialista íntimamente familiarizado con el grupo y decidir si es de la especie de que se creía. El nombre debe ser correcto, porque toda la información publicada relativa al insecto se encuentra en un índice bajo el nombre científico; una vez que ésta se encuentra, pueden reunirse en breve tiempo todos los datos conocidos sobre el insecto, y si éste hace o puede hacer daño a las cosechas o árboles, las gentes que están trabajando en su control saben con qué clase de enemigo tienen que vérselas. Por esta razón, una colección extensa de consulta es de inestimable valor para la denominación correcta de los nuevos especímenes y es indispensable para los organismos federales y estatales que tienen a su cargo la obligación de investigar sobre el control de los insectos dañinos.

Debido a que se han descrito cientos de miles de especies, una colección completa representativa de todas las especies sería punto menos que imposible. Ninguna colección del mundo cuenta con representantes de todas las especies descritas. Algunas colecciones importantes contienen algunos miles, pero otras tienen ejemplares de muchos miles de especies.

Un considerable número de especímenes presentados para su identificación pueden serlo rutinariamente sin dificultad. Pero aún quedan miles de especies de insectos no descritas, y muchas que han sido tan mal descritas, o que son tan poco conocidas, que la identificación de los ejemplares es de gran dificultad técnica. Para estudiar y resolver estos problemas de clasificación es necesaria una colección de investigación, que difiere de una colección de consulta en el número de especímenes de cada especie representada: la colección de investigación tiene grandes series de especímenes de una especie siempre que es posible, en tanto que la colección de consulta tendrá sólo unos pocos. Así pues, las colecciones de investigación tienen frecuentemente una cantidad enorme de material no identificado que, debido a las dificultades técnicas, solamente puede ser identificado después de mucho estudio e investigación. Obviamente, colecciones numerosas de consulta y de investigación necesitan los servicios de un

cuerpo especialmente entrenado de conservadores, y las colecciones mayores necesitan un cuerpo de especialistas proporcionalmente más grande.

El número y variedad de especies de insectos convierte su ordenación o clasificación sistemáticas en un procedimiento altamente técnico. El estudio científico de las similitudes y diferencias entre especies de animales se llama taxonomía; la ordenación sistemática de las especies basada en esos estudios se llama su clasificación. A medida que se descubren y estudian nuevas especies no descritas de insectos, la clasificación está llamada a ser más difícil y compleja. La denominación e identificación de especímenes de insectos depende consecuentemente de lo bien que haya sido estudiado y descrito el grupo. Algunos grupos son bien conocidos y pueden identificarse fácilmente; pero muchos son mal conocidos y su identificación es difícil y laboriosa. Por esta razón, existe una gran necesidad de investigación taxonómica sobre ellos para facilitar su identificación. Las reservas de ejemplares de insectos no identificados en las colecciones de investigación proporcionan un depósito de material al que puede acudirse cuando hay oportunidad para el estudio intensivo de algún grupo de insectos.

Las colecciones de consulta y de investigación ayudan al entomólogo que trabaja para reducir los daños económicos de las plagas de insectos. También son útiles para otros científicos de la biología. Los especialistas en fisiología animal, en ecología animal, en genética, en patología y citología vegetales y otros realizan investigaciones en las que utilizan insectos como animales de experimentación, o los insectos se imponen por sí mismos a los experimentos en una forma o en otra. Es necesario para la exactitud científica que esos científicos conozcan los nombres correctos de los insectos con los cuales tienen que estar en contacto. Por lo general, únicamente el taxonomista en insectos puede dar esa información, y para hacerlo con eficiencia debe tener a su disposición una colección de información y de investigación adecuadas.

Cuando un taxonomista de insectos describe una nueva especie, ordinariamente hace la descripción sobre un solo espécimen. Cuado hace esto, llama al espécimen un holotipo. Si dispone de un espécimen del otro sexo y tiene que hacer de él una descripción independiente de la del holotipo, lo designa y lo describe como alotipo. Si el taxonomista tiene una serie de especímenes en el momento en que hace la descripción, todos los especímenes restantes se llaman paratipos. Su propósito en todo esto es proporcionar un espécimen indiscutible de la especie que intenta describir.

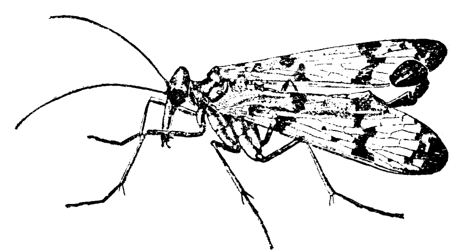
Las diferencias estructurales aparentes entre algunas especies de insectos son sumamente ligeras. Ha sucedido con frecuencia que un individuo ha descrito una especie nueva sobre una serie de varios especímenes solamente para que otra persona, años después, descubriese que la serie contenía varias especies. Entonces se presenta la pregunta: ¿A qué especie de la serie corresponde el nombre que dio el primer autor? Para evitar situaciones como ésta se estableció la práctica de designar un holotipo. Los tipos (holotipos, alotipos y paratipos) han servido también para este propósito, que los taxonomistas de insectos han llegado a depender de ellos. Tienen un valor científico grande y debiera dárseles mucho interés. En la taxonomía de los insectos ningún espécimen es de tan gran valor como el holotipo. La mayoría de las colecciones de consulta y de investigación incluyen un número considerable de especímenes tipos, y cuantos más especímenes tipos contiene una colección de insectos, más grande es su valor.

Así pues, por principio de cuentas, las colecciones de consulta y de investigación son del mayor valor para los taxonomistas de insectos. Ellas son el material indispensable para su trabajo. Son de valor para los trabajadores futuros, que encontrarán en ellas una reserva de material para estudio y comparación. Indirectamente son de gran importancia para el público, porque toda la información que éste recibe sobre los insectos está asociada con el nombre. Si

el nombre es incorrecto, el público estará mal informado, y la mala información sobre insectos puede tener por resultado una pérdida económica, una incomodidad personal, enfermedades y aun la pérdida de la vida.

Entre las grandes colecciones de investigación y de consulta de los Estados Unidos y Canadá están el Museo Nacional de Washington, D. C.; la Colección Nacional Canadiense, en Ottawa, Ontario; el Museo Norteamericano de Historia Natural, Nueva York; el Museo de Zoología Comparada, Cambridge, Mass.; la Academia de Ciencias Naturales, de Filadelfia; el Servicio de Historia Natural de Illinois, Urbana; la Academia de Ciencias de California, San Francisco; el Museo Carnegie, Pittsburgh; el Museo de Historia Natural, de Chicago; la Universidad de Cornell, Ithaca, N. Y.: la Universidad de Minnesota, St. Paul; la Universidad del Estadio de Ohío, Columbus; la Universidad de Kansas, Lawrencey y el Museo Universidad, de la Universidad de Michigan, Ann Arbor.

Las universidades o colegios que no tienen colecciones de consulta ni investigación tienen con frecuencia colecciones que se usan en los cursos de entomología y de zoología. Los maestros han juzgado necesario tener especímenes suficientes para que cada estudiante tenga uno para su estudio y examen microscópico. Un estudiante sólo puede aprender los órdenes y las familias de insectos manejando los ejemplares y tratando de identificarlos; debe hacer su propia colección, o el maestro debe proporcionarle los especímenes, tanto adultos como inmaduros, y muestras del perjuicio que ha causado el insecto. En ocasiones, como un sustitutivo, o si la enseñanza no es sistemática, los especímenes están dispuestos en una exposición permanente para uso de más de un individuo.



Mosca escorpión o panorpo, Panorpa rufescens

Otro tipo de colección para la enseñanza es el que organizan los divulgadores y otros entomólogos que consideran útiles pequeñas exposiciones portátiles para dar a conocer al público las plagas de insectos.

En ocasiones —cuando se ofrece en venta una colección privada o se tiene que hacer el inventario de la colección de una institución— es necesario valuar en dinero dicha colección. Algunos de los factores que entonces hay que tener en cuenta son:

El costo real de la obtención de ejemplares, incluso el tiempo del recolector y sus gastos, o el precio de compra; el costo de los materiales técnicos usados en la preparación de los especímenes, tales como alfileres, etiquetas, platillos, corcho, gabinetes de almacenaje, portaobjetos para microscopio y reactivos químicos; el trabajo para la preparación de especímenes; el número de holotipos o especímenes tipos de la colección; la rareza de los especímenes, y el estado material de la colección. Sin embargo, no puede hacerse ninguna estimación financiera del valor de la utilidad de colecciones que permiten la identificación inmediata y que tan prestamente revelan el depósito de conocimientos existentes sobre todas las especies ni puede una estimación financiera tasar adecuadamente los valores educativos, culturales y científicos de las colecciones, valores que ciertamente son muy elevados.

Clarence E. Mickel *es jefe de la Sección de entomología y zoología económica de la Universidad de Minnesota, a la que se incorporó en 1922. En 1930 estuvo becado en Europa. Fue secretario-tesorero de la Sociedad Entomológica de los Estados Unidos en 1936-1944 y presidente de la Sociedad en 1944-1945. En 1946 fue electo presidente de la Conferencia Internacional de Entomólogos de las Grandes Llanuras.*

Cómo recoger y conesrvar insectos para su estudio

Paul W. Oman

EL EQUIPO que se usa para cazar insectos es sencillo y barato. El colector corriente por lo común necesita sólo unas pocas cosas: redes, frascos para matar los insectos, frascos de succión, tijeras, pinzas, brochas pequeñas y alfileres entomológicos. Muchos colectores prefieren hacer ellos mismos la mayor parte de su equipo, aunque la mayoría de los artículos pueden comprarse en establecimientos comerciales.

La red para insectos es esencialmente una bolsa de tela que cuelga de un aro provisto de un mango. El tamaño, la forma y el material de la red dependen de su uso.

La red de fatiga (fig. 1) debe ser lo suficientemente fuerte para soportar trabajo duro. Se recomienda un mango de veta derecha de nogal o de fresno, como un mango de azadón, con casquillo de metal en un extremo (fig. 1, C) de aproximadamente una pulgada de diámetro para sujetar el aro de alambre en su lugar. El mango debe ser de 3 centímetros aproximadamente en diámetro y 1.05 a 1.40 metros de longitud.

El aro de alambre (fig 1, A) debe ser de alambre de acero del número 12 (0.189 de pulgada de diámetro), aunque en ocasiones se prefiere alambre más grueso. Después de formado el aro se puede templar en tal forma que recobre su forma si se dobla al usarse.

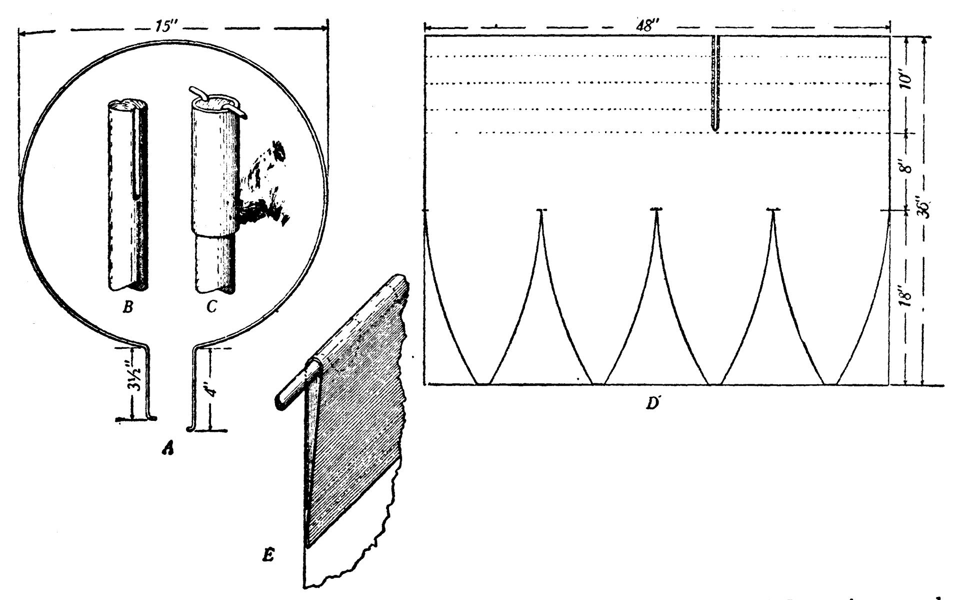
Para la bolsa se recomienda dril de 6 onzas, muselina tupida o lona ligera. Se puede hacer tal como se ve en la figura 1, D. Los cuatro lóbulos forman el fondo redondeado de la bolsa al coserse por las orillas. Los detalles del ribete de grosor doble cuando cuelga del aro de alambre se muestran en la figura 1, E. Este tipo de construcción es aconsejable porque esta parte de la bolsa es la que más se desgasta. Para una bolsa ligera, toda la franja superior puede hacerse de un material resistente y coserse a ella la bolsa mayor. El paso final es terminar la bolsa cosiendo los dos extremos del material y los márgenes de los lóbulos cortados.

Esta red de fatiga no es adecuada para capturar palomillas, mariposas, moscas, avispas y otros insectos frágiles o de vuelo veloz. Para ellos son útiles las redes que se describen en los tres párrafos siguientes.

La red de aplicación general debe tener un aro de 30 centímetros de diámetro y una bolsa de muselina cruda o de malla de brusela ordinaria o de medio punto. Puede ser más estrecha hacia el fondo que la red de fatiga. El mango no necesita ser tan fuerte como el de dicha red.

La red para mariposas es como la red de aplicación general, pero la bolsa es de tejido fino de malla cuadrada o de red fina, y el mango es un poco más largo y de menos peso. Esta red es también útil para capturar libélulas y otros insectos de alas grandes.

La red para moscas puede tener un aro de 8 pulgadas de diámetro y una bolsa de brusela de medio punto o de red fina. El mango debe ser corto y ligero. El aro de alambre no necesita ser tan pesado como el de la red de fatiga. Esta red es también buena para coger abejas y avispas.



1. *Construcción de una red de fatiga:* A, Aro de alambre acerado de 37.5 centímetros de diámetro; B, extremo del mango de la red mostrando las ranuras y los agujeros en los que se afirman los hombros del aro del alambre; C, mango de la red con casquillo de metal para mantener la red en su lugar; D, forma de cortar la tela para hacer redondo el fondo de la bolsa; E, detalles de la parte superior de la red montada sobre una sección del aro de alambre

La red acuática para coger insectos que viven bajo o sobre el agua, o sobre plantas acuáticas, no debe tener un aro circular, pudiendo ser cuadrado (con el mango en una de las esquinas) o aproximadamente semicircular (por el lado opuesto al mango recto). La bolsa puede ser poco profunda (tan profunda aproximadamente como el largo del lado recto de la red semicircular) y puede hacerse con una tela tupida y una tira de lona para el aro de alambre.

La bolsa para cualquiera de las redes que he descrito puede hacerse de tamiz de seda, que es resistente y tiene mallas de diferentes tamaños, pero es más caro. También puede usarse nylon. La bolsa para cualquier red, exceptuando la red acuática, debe ser lo suficientemente larga, de suerte que el extremo pueda plegarse sobre el borde del anillo de alambre para formar una bolsa de donde no escapen los insectos que se han cogido.

Las redes deben conservarse secas. Una red húmeda daña los ejemplares y la humedad hace que el artefacto se pudra en poco tiempo. Las redes acuáticas deben secarse completamente después de usarlas.

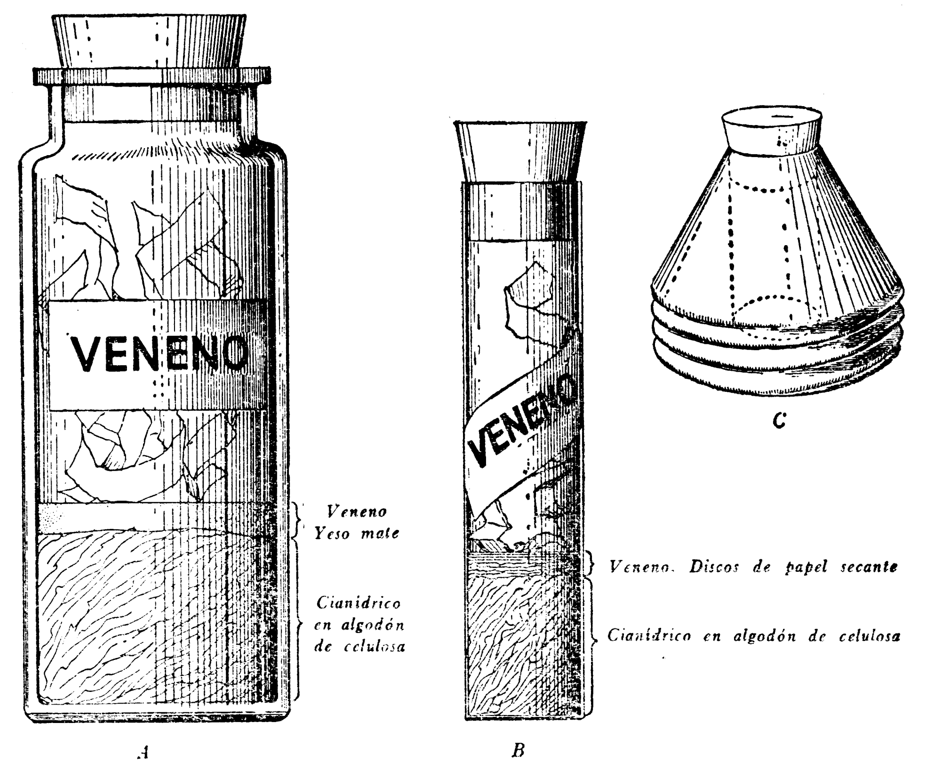
Un frasco para matar insectos puede hacerse valiéndose de cualquier tarro de vidrio bastante grueso o de un frasco de boca ancha. El colector deberá tener algunas botellas de varios tamaños (fig. 2, A, B). Los tarros vacíos de pepinillos, aceitunas y cosas parecidas proporcionarán una colección de vasijas más grandes. Las más pequeñas pueden hacerse con tubos de ensayo o con ampolletas de 25 a 37 o 38 milímetros de diámetro. Pueden taparse con tapones de corcho bien ajustados. La figura 2, C muestra la adaptación conveniente de un tapón de rosca para un tarro a fin de evitar que las abejas, los saltamontes y otros insectos vivos puedan escapar del frasco para matar cuando se abre para meter otros especímenes. Esta tapa se hace soldando un cono truncado

de metal a una tapa de rosca a la que se le ha quitado la parte superior. Después se suelda en el interior del cono un tubo de metal de unos 25 milímetros de diámetro.

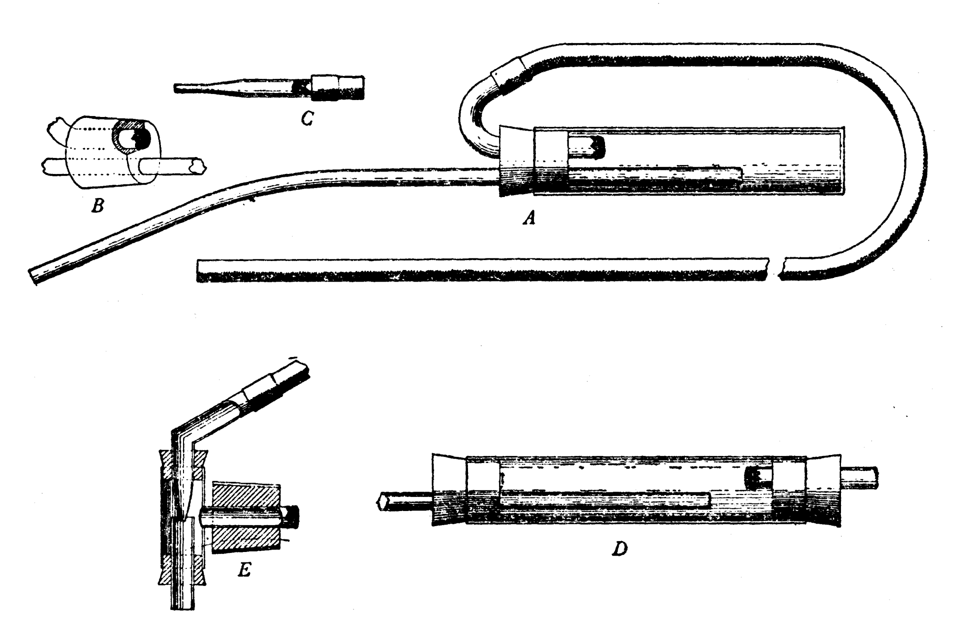
Como agente letal pueden usarse en los frascos cianuro, cianuro de potasio o cianuro de sodio. Envuélvase un poco de cianuro granulado (una cucharilla con copete para los frascos pequeños y cantidades mayores para los frascos grandes) en celu-algodón o colóquesele en un "nido" de celu-algodón o en una bolsa pequeña de tela y póngase después en el fondo del frasco. Sobre éste colóquese un tapón de varias capas de celulosa de algodón o una capa de polvo de aserrín seco. Si el frasco tiene un diámetro mayor de 38 milímetros debe ponerse una capa de sulfato de cal de unos 6 milímetros y esperar algunas horas a que se endurezca antes de tapar el frasco. Si el frasco es pequeño se pueden usar algunos discos de papel secante limpio que cubran todo el ancho del frasco en vez del sulfato de cal.

El cianuro es un veneno muy activo, por lo que se debe manejar con mucho cuidado. Todos los frascos deben tener un letrero bien visible con la palabra *veneno* y no deben estar al alcance de las personas que desconozcan cuán peligroso es ese producto químico. El fondo del frasco con cianuro debe estar reforzado en tal forma que si el frasco se rompe el cianuro no cause derrame.

Para hacer un frasco para matar insectos en el que se emplee acetato de etilo (éter acético) pónganse unos 12 milímetros o más de sulfato de cal en el fondo de un frasco, déjesele que se asiente y séquesele completamente en un



2. *Frascos para matar insectos:* A, Frasco grande de boca ancha con cianhídrico para matar insectos grandes; B, frasco del tipo tubo de ensayo con cianhídrico para insectos pequeños; C, tapa superior con rosca para frasco grande de cianhídrico con una disposición para evitar que se escapen los ejemplares ágiles



3. *Frasco aspirador o de succión:* A, Aspirador tipo tubo de ensayo ensamblado; B, detalles de un tapón equipado para aspirador tipo tubo de ensayo, mostrando el tubo de salida con la superficie del tapón; C, aditamento para colectar insectos diminutos usando un aspirador ordinario; D, cuerpo del aspirador tipo tubo de ensayo; E, detalles de construcción para convertir un aspirador en un tipo de soplador

horno. Después que el sulfato de cal esté completamente seco, satúreselo con acetato de etilo, sacando cualquier exceso de fluido. El frasco para matar insectos está listo entonces para usarlo y durará unos cuantos meses si se conserva bien tapado con corcho. Cuando llega a hacerse ineficaz puede secarse en el horno y cargarlo de nuevo. Los insectos pueden conservarse en esos frascos por tiempo indefinido sin que se vuelvan quebradizos si de vez en cuando se humedecen con acetato de etilo. El acetato de etilo se obtiene con facilidad relativa, y los frascos para matar insectos tienen la ventaja de ser de uso relativamente seguro.

El frasco para matar insectos durará más y dará mejores resultados si se siguen las reglas siguientes:

1. Antes de usar el frasco con cianuro pónganse unas cuantas tiras de papel suave, como el corriente de cuarto de baño. Este papel ayudará a mantener seco el frasco y evitará que se mutilen los especímenes unos a otros. Cámbiense esas tiras siempre que se manchen o se humedezcan un poco. Límpiese el frasco si se humedece.
2. Téngase un frasco especial para palomillas y mariposas. Las escamas de estos insectos se pegarán a otros insectos y los estropearán.
3. No se mezclen nunca insectos pequeños o delicados con insectos grandes como saltamontes y escarabajos de gran tamaño. Los escarabajos tardan mucho en morir y deben dejarse en el frasco para matar mucho más tiempo que la mayor parte de los demás insectos.
4. No se sobrecargue nunca un frasco. Sáquense siempre los insectos del frasco así que estén muertos.
5. Descárguense o vuelvan a cargarse los frascos que ya no matan rápidamente. Destrúyase el contenido de cianuro viejo de los frascos quemándolo o enterrándolo.

Muchos insectos no deben matarse en un frasco, sino que deben ponerse en alcohol de 70% en algún otro fluido. Estos insectos los estudio con mayor detenimiento más adelante. Para ellos, el colector debe tener una serie de frascos pequeños homeopáticos de varios tamaños, con tapones de corcho. Pueden obtenerse en cualquier droguería.

El frasco de succión, o aspirador, es un medio conveniente para recoger los insectos pequeños de la red de fatiga o directamente debajo de las piedras, la corteza y sitios parecidos. Su construcción es simple. Para el tipo ilustrado en la figura 3, A. se necesitan los siguientes materiales: frasco de vidrio de 2.5 a 4.0 centímetros de diámetro y aproximadamente 10 centímetros de largo; un tapón de hule con dos agujeros; dos trozos de tubo de metal o de plástico, uno de un diámetro aproximado de 6 mm. y 25 centímetros de largo, y el otro un poco más ancho y de 10 o de 15 centímetros de largo; un trozo de tubo de hule de cerca de un metro de longitud y lo suficientemente grande para enchufarlo por fuera en el más ancho de los tubos de metal o de plástico; un trozo pequeño de tela de malla o de tela metálica fina.

Los tubos de metal deben ajustarse bien en los agujeros del tapón de hule. La malla se sujetará en el extremo del tubo metálico más ancho para evitar que los insectos succionados entren en la boca. Si se usa tela de alambre debe soldarse al final del tubo. Pueden usarse tubos de vidrio, pero tienen la desventaja de romperse con facilidad. La longitud y tamaño del diámetro y los grados de los recodos pueden adaptarse a la comodidad del que lo usa.

Una vez ensamblado el aspirador, introdúzcase en la boca el extremo del tubo de goma, apunte al insecto con el tubo más largo y succione fuerte. El insecto entrará en la botella arrastrado por la corriente de aire. Con un poco de práctica se podrán recoger por este medio insectos pequeños con mucha más rapidez y en mejores condiciones que con cualquier otro método.

Un aditamento conveniente para coleccionar tripsos, moscas pequeñas, escarabajos diminutos y otros insectos pequeños, que se matan normalmente en líquidos, es el representado en la figura 3, C. Insertando en el tubo de vidrio un trozo de tela de malla fina cerca del extremo ancho se evita que los insectos pasen al aspirador. Entonces, por medio de un soplido los insectos se lanzan al interior del frasco con líquido en el que están para su conservación.

Algunos colectores prefieren el aspirador de tipo del tubo, cuyo cuerpo se representa en la figura 3, D. Tanto el aspirador tipo tubo como el tipo frasco se pueden convertir en frascos colectores del tipo de soplido sustituyendo el tubo más corto, al cual va unido el tubo de goma, el dispositivo representado en la figura 3, E. Esta pieza del equipo actúa como una corriente de aire para crear un vacío parcial. Usándola en el aspirador ensamblado se obtiene el mismo resultado soplando, en vez de aspirar por el tubo de goma. Este tipo de aditamento es esencial cuando el aspirador se utiliza en la recogida de insectos que emiten olores desagradables.

Muchos insectos pasan toda o parte de su vida en la hojarasca y el humus del suelo y no pueden ser capturados por los procedimientos ordinarios de recolección. Por ser demasiado ágiles para capturarlos con las manos o por fingirse muertos cuando se les molesta, hay que utilizar un cedazo.

Como cedazo puede utilizarse cualquier clase de vasija con fondo de tela metálica. El tamaño de las mallas de dicha tela dependerá del volumen de los insectos que se vayan a capturar. Para usos generales es satisfactoria una alambrera de ocho mallas por pulgada. La tela metálica puede sujetarse a una armazón de madera para hacer un cedazo en forma de caja, o puede unirse a un aro de alambre, que después se cose a un extremo de una manga de tela de unos 30 centímetros de diámetro. En el último tipo de cedazo conviene

poner otro aro de alambre del mismo tamaño en el otro extremo de la manga para mantenerla abierta.

Colóquese en el cedazo la hojarasca y el humus del suelo y sacúdase con suavidad sobre un trozo de tela blanca encerada extendida sobre el piso. Los insectos son capturados fácilmente con el aspirador o con pinzas a medida que caen sobre la tela. Muchos insectos fingen estar muertos y no se les ve con facilidad hasta que se mueven, y por esta razón no hay que tirar demasiado pronto los desechos que quedan sobre la tela. El cedazo es particularmente útil para recolectar en invierno.

El colector que desee coger gran número de insectos pequeños, que generalmente se encuentran en la hojarasca del suelo, encontrará ventajoso construir un separador (generalmente llamado por los entomólogos embudo de Berlese) para usarlo en vez del cedazo. El separador consiste fundamentalmente en un embudo sobre el que se coloca un tamiz que contiene la hojarasca o humus. El embudo conduce al interior del receptáculo que contiene el líquido preservativo, donde caen los insectos al desprenderse del material que se encuentra en el tamiz al secarse progresivamente el material mediante una pequeña bombilla eléctrica o cualquiera otra fuente de calor moderado.

El cazar insectos alrededor de luces, especialmente en noches húmedas y calurosas, permite con frecuencia obtener en abundancia insectos que es raro, o casi imposible, capturar por otros métodos. El uso de trampas de luz como medio de obtener insectos para una colección no se recomienda debido a que los especímenes se maltratan con frecuencia. Los insectos para la colección deben seleccionarse y capturarse atendiendo constantemente a la luz mientras esté en funciones.

Aunque cualquier luz brillante puede servir, la mayoría de los insectos son atraídos por las luces de color azul más que por otras. Un método conveniente para colectar con luz consiste en colgar una pantalla blanca en tal forma que la luz se refleje en ella; la orilla de abajo se dobla hacia arriba formando una batea en la que caerán algunos insectos. A medida que los insectos se acercan a la pantalla se van colectando. También pueden cazarse muchos insectos alrededor de las luces de las calles y en los escaparates alumbrados de las tiendas.

Los cebos de varias clases son ayuda muy valiosa para el colector. Una de las cosas más conocidas para cebos es el dulce, para las palomillas. Para hacerlo se mezclan melaza o azúcar oscura, un poco de asafétida y cerveza que haya principiado a agriarse o jugo fermentado de frutas, embadurnando con ello los troncos de los árboles a lo largo de un camino que pueda visitarse cómodamente con una linterna o pequeño reflector. Al igual que el método de cazar con luz, este otro es más fructífero en las noches templadas y calurosas. El cebo se colocará a la caída de la tarde y podrá visitarse a intervalos toda la noche, y con frecuencia se encontrará que sigue atrayendo los insectos en las noches siguientes.

Los insectos que son atraídos por sustancias dulces o carne que principia a descomponerse se pueden capturar con trampas simples hechas con un frasco. Cébese el frasco (un tarro de aceitunas o de conserva de frutas es apropiado) con el cebo adecuado y entiérresele en tal forma que la boca quede abierta al nivel de la tierra. Con frecuencia es conveniente colocar estas trampas bajo tablas o piedras sueltas, puestas sobre la tierra. Debe disponerse de una colección de pinzas y de pinceles como ayuda para colectar y manejar los especímenes después de muertos. Este equipo puede adquirirse a bajo costo en cualquier tienda de artículos biológicos. Unos cuantos pinceles de pelo de camello, del número 0 al 2, son adecuados para levantar pequeños insectos que podrían aplastarse al utilizar las pinzas. Humedézcase el extremo del pincel con la lengua

o con un líquido preservativo, tóquese el espécimen con el pincel y en esta forma se le puede trasladar sin daño al frasco colector.

La crianza es uno de los mejores métodos para obtener buenos especímenes. Tiene la ventaja adicional de permitir observar la vida de las especies y facilita al colector la obtención de ejemplos de las diversas fases inmaduras.

Para criar con éxito los especímenes se simularán con toda la exactitud posible en las cajas de crianza las condiciones naturales en que se encontraron los insectos inmaduros. Los insectos que se alimentan de plantas vivas deben colocarse sobre plantas en maceta o alimentarlos frecuentemente con material fresco de sus plantas huéspedes. Con un poco de imaginación se puede construir una jaula adecuada. Lo importante es tenerla bastante cerrada para que no escapen los insectos y que, no obstante, tenga suficiente ventilación para que la vasija no se humedezca. Un poco de tierra, arena o humus sueltos y ligeramente húmedos debe colocarse en la jaula en el caso de que el insecto sea de los que pasan por la fase de crisálida sobre o bajo el suelo. Los insectos que se alimentan de materia animal en descomposición también deben tener la jaula provista de tierra o arena ligeramente húmeda.

Los insectos que infestan las semillas y que causan las agallas en las plantas deben ser criados encerrando las semillas o las agallas en una vasija bien tapada. No debe permitirse que este material se seque mucho; ni tampoco que esté húmedo, ya que se pudrirían tanto el material como los especímenes. Es buen plan insertar el lado abierto de un frasco de vidrio a través de un agujero hecho en la vasija; entonces, si el frasco está oscuro, cuando los ejemplares nazcan serán atraídos por la luz, entrarán en el frasco y será fácil cogerlos y matarlos. Diminutas avispas parásitas pueden criarse de este modo con sus huéspedes. Un cartucho de cartón de los que se usan para servir helados es excelente para este tipo de crianza.

Las palomillas, mariposas, escarabajos y otros muchos insectos adultos se pueden obtener colectando crisálidas y enjaulándolas hasta que salgan los especímenes. En esta forma se consiguen los mejores especímenes de palomillas y mariposas. Permítase siempre a los especímenes enjaulados que se endurezcan y tomen color antes de matarlos, pero no se les deje en la jaula tanto tiempo que puedan dañarse al tratar de escapar. Las jaulas deben colocarse donde estén libres de hormigas.

La corteza y la madera a menudo están infestadas de insectos taladradores, tales como los escarabajos. Frecuentemente esos insectos pueden colectarse en el invierno, ampliando así el período de recolección eficaz en el campo. Pueden obtenerse excelentes especímenes de adultos si se colocan en vasijas de vidrio o metal.

El método que ha de seguirse para matarlos y preservarlos depende de la clase de insectos de que se trate. Ningún método es satisfactorio para todos los especímenes. Con frecuencia es mejor matar por medio de un líquido todo espécimen que posteriormente se vaya a prender con alfileres. El mejor líquido para matar y el mejor agente para conservar, que debiera usarse siempre a menos que se recomiende especialmente algún otro preservativo, es el alcohol etílico de 70 a 75 grados. La formalina, que se emplea con frecuencia para conservar especímenes biológicos, no se recomienda para conservar insectos porque endurece los tejidos y hace difícil la preparación de los especímenes para su estudio. En el estudio que sigue la palabra alcohol significa alcohol etílico de 70 a 75 grados, si no se indica otra cosa.

A continuación se dan instrucciones detalladas para matar y conservar diferentes clases de insectos; pero si el material no es reconocido fácilmente, se puede seguir la siguiente regla empírica.

Úsese alcohol para matar hormigas, áfidos, escarabajos, chinches, pulgas, piojos, moscas de mayo, pescaditos de plata, colas de resorte y termitas.

Úsese un frasco para matar abejas, mariposas, grillos, libélulas doncellas, libélulas, saltamontes, palomillas, cucarachas y avispas.

Úsese agua hirviendo para matar larvas de insectos tales como agrotis, gorgojos y cresas, y pásense los especímenes a alcohol después de unos minutos.

Los insectos muertos en alcohol pero montados después secos deberán ser primero deshidratados en alcohol de 100 grados (graduación de 200, llamado también alcohol absoluto). El proceso dura de 1 a 24 horas, dependiendo del tamaño de los especímenes. Después deben de desgrasarse en xileno (xilol) o benceno (benzol). Esto requiere el mismo tiempo que la deshidratación. Después se secan y se montan.

Los especímenes muertos en seco, en un frasco para matar, que contengan mucho tejido grasoso deben desgrasarse antes de montarlos. Sumérjanse los especímenes en un baño de éter sulfúrico comercial hasta que el fluido deje de ponerse amarillo debido a los aceites disueltos. Cámbiese el fluido en caso necesario. Tarda de un día a una semana el desgrase completo, dependiendo del tamaño y número de los especímenes, de su contenido en grasa y del volumen de éter que se utilice. Una capa de material absorbente o de papel filtro deberá colocarse en el fondo de la vasija para que absorba los residuos que se acumulan y que de otro modo podrían adherirse a los especímenes.

El éter es muy inflamable, por lo que debe manejarse con cuidado. Otros solventes son el cloroformo, el benceno, el xileno y el carbonato dietílico. Si se usa cloroformo, los especímenes se deben mantener sumergidos utilizando una tela de alambre. Después que han sido desgrasados, los especímenes se deben trasladar a una almohadilla limpia de material absorbente y se les deben arreglar los apéndices. Se montan cuando se han secado lo suficiente.

Los especímenes que contienen poca materia grasa pueden ser montados sin gran preparación. Los especímenes clavados que se han puesto grasosos por la descomposición de las grasas del cuerpo deben ser desgrasados colocándolos por algunas horas en un baño de éter o cloroformo.

El resumen siguiente proporciona instrucciones para matar y conservar los tipos más comunes de insectos e indica el método usual de montaje para su estudio:

Anoplura (piojos chupadores): Se matan y se conservan en alcohol. Se montan sobre portaobjetos.

Coleoptera (escarabajos): Se matan en alcohol o vapores de acetato etílico. Se montan sobre alfileres.

Collembola (colas de resorte): Se matan y se conservan en alcohol. Se montan sobre portaobjetos.

Corrodentia (piojos de la corteza): Se matan y se conservan en alcohol.

Dermaptera (tijerillas): Se matan con cianuro, vapores de acetato etílico o alcohol. Se montan sobre alfileres.

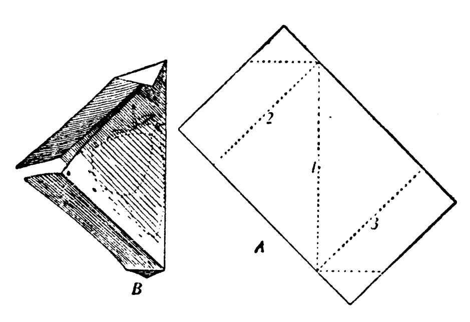
Diptera (moscas): Se matan con cianuro, exceptuando las formas pequeñas, como las mosquitas funguíferas y las mosquitas de ojal, que pueden matarse en alcohol. Se montan sobre alfileres.

Ephemeroptera (moscas de mayo): Se matan y se preservan en alcohol.

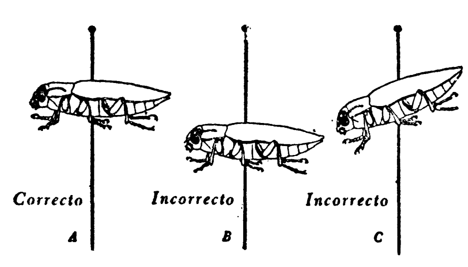
Hemíptera (chinches verdaderas y sus allegados): Se matan con cianuro, vapores de acetato etílico o alcohol, excepto las fases inmaduras, áfidos, insectos escamosos, y Aleyrodidae (moscas blancas). Se montan en alfileres. Las ninfas deben de matarse en alcohol y montarse sobre portaobjetos. Los áfidos deben matarse en alcohol y montarse en portaobjetos. Los insectos escamosos y las moscas blancas es conveniente conservarlos sobre el material huésped estando secos,

pero si no están sobre el material hospedero se deben preservar en alcohol. Se montan en portaobjetos.

Hymenoptera (abejas, abispas, hormigas, etc.): Se matan con cianuro, excepto las hormigas, avispas de las agallas y formas parasíticas pequeñas, que pueden matarse en alcohol. Se montan en alfileres.



4. *Manera de doblar un pedazo rectangular de papel para construir un sobre triangular para insectos de alas grandes:* A, Forma correcta de un papel sin doblar mostrando donde deben hacerse los dobleces y la secuencia de los tres primeros dobleces; B, el "triángulo" casi terminado de doblar mostrando la posición correcta de la mariposa encerrada



5. *Ilustración de modos correctos e incorrectos de clavar:* A, Altura y posición correcta del ejemplar; B, insecto demasiado bajo en el alfiler; C, insecto inclinado en el alfiler

Isoptera (termitas): Se matan y se conservan en alcohol.

Lepidoptera (palomillas y mariposas): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Mellophaga (piojos masticadores): Se matan en alcohol. Se montan sobre portaobjetos.

Mecoptera (moscas escorpiones): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Neuroptera (crisopos, hormigas leonadas, etc.): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Odonata (libélulas): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Orthoptera (saltamontes, grillos, cucarachas): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Plecoptera (moscas de la piedra): Se matan y conservan en alcohol.

Siphonaptera (pulgas): Se matan en alcohol. Se montan sobre portaobjetos.

Thysanoptera (tripsos): Se matan en un líquido hecho de 8 partes de alcohol de 95 grados, 5 partes de agua destilada, una parte de glicerina y una parte de ácido acético puro o glacial. Se montan sobre portaobjetos.

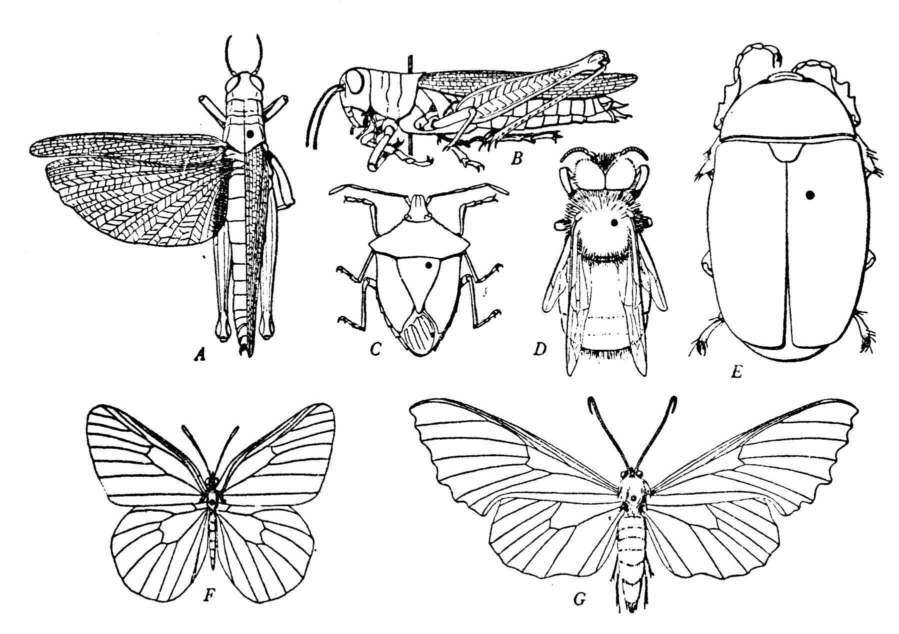
Thysanura (pescaditos de plata y allegados): Se matan y conservan en alcohol.

Trichoptera (piojos lanudos): Se matan con cianuro. Se montan sobre alfileres.

Las larvas de insectos deben matarse en agua hirviendo, teniéndolas en ella de 1 a 5 minutos de acuerdo con el tamaño; después se conservan en alcohol.

Ciempiés, milpiés, ácaros, arañas, garrapatas y otros artrópodos pequeños se deben matar y conservar en alcohol. Las formas más pequeñas se montan por lo general sobre portaobjetos.

Con frecuencia es impracticable montar todos los especímenes colectados inmediatamente después que se les ha matado, siendo necesario ciertos métodos para su cuidado con objeto de que no se rompan. Los especímenes colectados en líquido pueden conservarse en él sin que se dañen; la única precaución es mantener los frascos llenos de líquido. Los especímenes muertos en el frasco con acetato de etilo y los destinados a un baño de éter pueden conservarse también por tiempo indefinido en el frasco con suficiente acetato de etilo para evitar que se sequen.

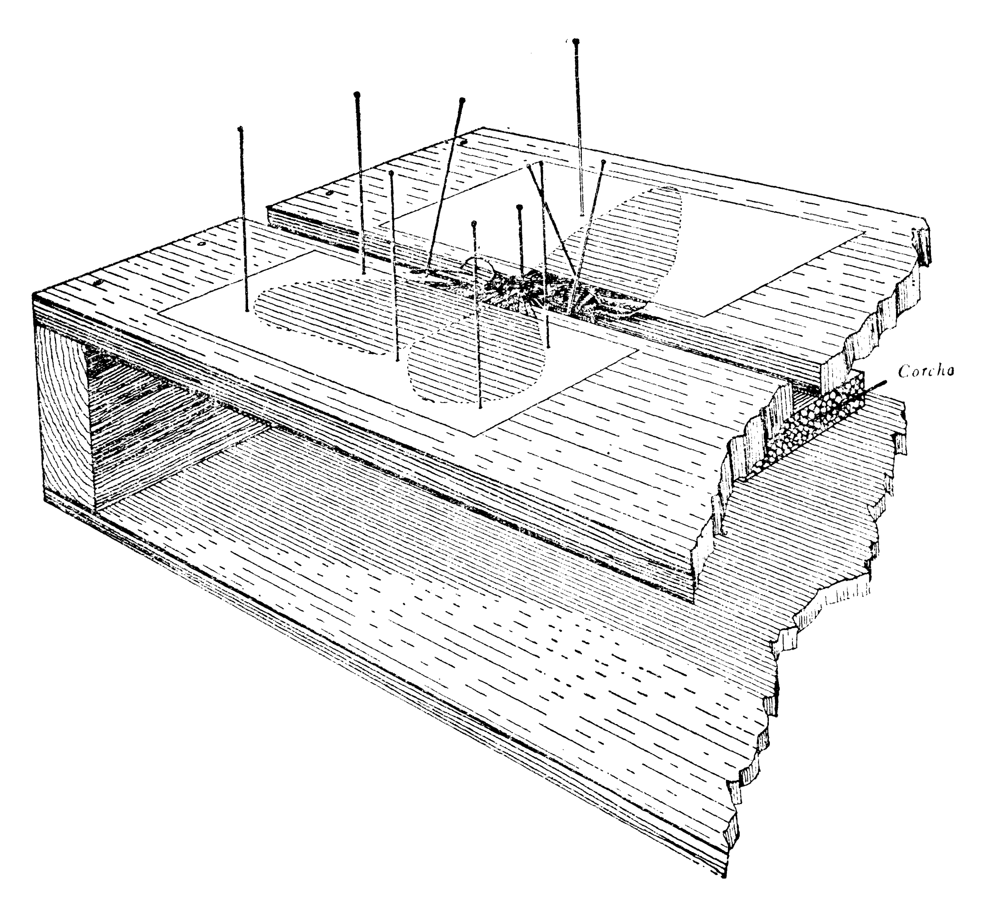


6. *Ejemplos de maneras correctas de clavar insectos comunes; la mancha negra muestra dónde debe ir el alfiler:* A, saltamontes y otros ortopteros mostrando cómo deben de extenderse las alas; **B, vista de costado de un saltamontes mostrando la posición de las patas y de las antenas; C, una chinche de aguijón, ejemplo del orden Hemíptera, mostrando la manera para clavar chinches de tamaño grande; D, una abeja, orden Hymenoptera, mostrando el lugar donde se deben de prender las abejas, avispas y moscas; E, un** escarabajo de mayo, orden Coleoptera, mostrando el modo de prender escarabajos; **F, G, mariposa y palomilla, orden Lepidóptera, mostrando el punto de prendimiento y la posición de las alas y antenas**

Los especímenes que se matan con cianuro y van a montarse sin tratamiento ulterior se secarán pronto y se harán frágiles. Deben colocarse en cajas de papel para píldoras entre capas de algodón de celulosa, cortándolos para que encajen en la caja y empaquetadas apretadamente para que los insectos no se muevan, pero sin comprimirlos tanto que se puedan aplastar o deformar. No se debe usar algodón porque las antenas y las patas se enredan con la fibra y pueden romperse. Los lepidóptera medianos y pequeños deben empaquetarse uno en cada capa. Los Lepidóptera y Ordonata grandes, y otros insectos de amplias alas y cuerpos relativamente pequeños, deben colocarse en sobre o "triángulos" doblados (fig. 4), que después pueden guardarse entre capas de algodón de celulosa.

Los especímenes se montan para facilitar su manejo y estudio. Su valor aumenta por la comodidad con que se pueden examinar. Algunos insectos, tales como los insectos escamosos, los áfidos, los piojos, tripsos y otras formas diminutas, se pueden estudiar satisfactoriamente sólo después que se han montado sobre un portaobjetos de microscopio. La preparación correcta del montaje de los portaobjetos es un trabajo que requiere equipo y experiencia considerables, y la preparación de los portaobjetos no se debe intentar sin la ayuda de instrucciones específicas, que generalmente son diferentes para distintos grupos de insectos. Para los insectos grandes comunes se han establecido normas prácticas para clavarlos con alfileres con el fin de evitar daños a los especímenes y facilitar su estudio.

Los insectos medianos y grandes deben clavarse verticalmente a través



7. Parte de un tablero para extender, mostrando su construcción y los pasos en el proceso de extender las alas y disponer abdomen y antenas de una mariposa, orden Lepidóptera

del cuerpo. La figura 5 ilustra la forma correcta e incorrecta de hacerlo. La altura a que se colocan los especímenes en los alfileres depende un tanto de su propio tamaño. En la parte alta del alfiler deberá haber suficiente espacio para que se pueda manejar sin que los dedos toquen al espécimen (fig. 5, A); pero éste tampoco debe estar tan abajo que impida colocar las etiquetas adecuadas debajo del espécimen.

Los métodos establecidos para prender las clases más comunes de insectos son:

1. Saltamontes, catídidos, etc.: El alfiler debe pasar a través de la parte trasera del tórax, a la derecha de la línea media (fig. 6, A).

2. Chinches hediondas y otros hemípteros grandes: Se traspasan por el escudete a la derecha de la línea media (fig. 6, C).

3. Abejas, avispas y moscas: Se traspasan por el tórax entre o un poco detrás de las bases de las alas delanteras y a la derecha de la línea media (figura 6, D).

4. Escarabajos: Se atraviesan por el hélitro derecho, cerca de la base (figura 6, E).

5. Palomillas, mariposas, libélulas y libélulas doncellas: Se traspasan por

la línea media del tórax en el punto más grueso, entre o un poco detrás de las bases de las alas delanteras (fig. 6, F, G).

Antes de que se seque el insecto (o después de que esté completamente suelto si ya está seco) se deben disponer convenientemente las patas, las alas y las antenas, a fin de que se vean para estudiarlas, según lo muestra la figura 6. Con muchos insectos, tales como escarabajos, chinches, moscas y abejas, sólo se necesita arreglar las patas y las antenas. Por lo general es necesario atravesar los saltamontes cerca de la orilla de la caja en tal forma que otros alfileres que mantengan las patas en su lugar puedan clavarse en varias posiciones a los lados de la caja. Con algunos especímenes, como avispas, moscas de patas largas y chinches, las patas y el abdomen deben mantenerse en su lugar hasta que estén secos, empujando un pedazo de papel duro hacia arriba por el alfiler hasta que quede debajo de ellos.

A las palomillas, mariposas, y en algunas ocasiones saltamontes, libélulas y cigarras, pueden extendérseles las alas a uno o ambos lados. Para ese objeto es útil un tablero extensible como el que se ve en la figura 7.

El colector encontrará ventajoso tener varios de estos tableros con la ranura central de diferentes anchuras para acomodar insectos de diferentes tamaños; mas para usos generales será suficiente un tablero construido con los materiales siguientes:

1. Una base de madera dura de 6 milímetros por 10 y por 30 centímetros.
2. Dos piezas de madera dura para los costados de 12 milímetros por 18 milímetros y 10 centímetros.
3. Dos piezas de madera blanda para la parte superior de 10 milímetros por 4.7 por 30 centímetros.
4. Una tira de corcho plana de 6.4 milímetros por 2.5 por 25.5 centímetros.

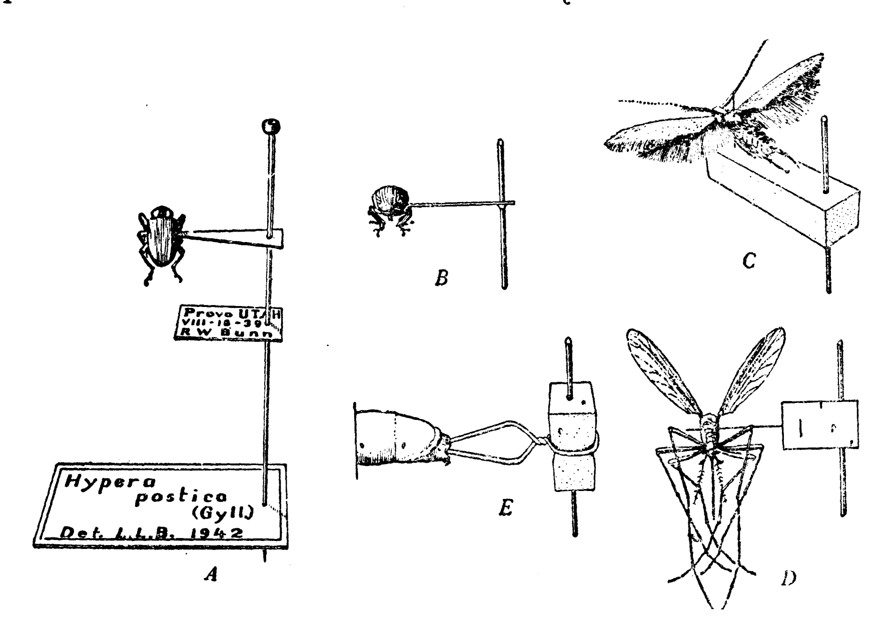
Al ensamblarse, según lo muestra la ilustración, las piezas de madera blanda de la parte superior dejan un canal de seis milímetros de ancho. Cubriendo el canal por el lado de abajo, se pega la tira de corcho.

Los especímenes deben estar flexibles para poderlos extender, pues de otra forma se romperán. La figura 7 muestra las alas del lado izquierdo de un espécimen extendidas en forma correcta. El primer paso para extender las alas después de prender al espécimen con un alfiler en medio del canal a altura adecuada se ve en el lado derecho del tablero, en la figura 7. Para terminar el proceso, tómese una tira de papel semitransparente que cubra las alas suavemente con los dedos de una mano y empújense las alas hacia adelante con un alfiler entomológico hasta que el margen posterior del ala delantera forme ángulo recto con el cuerpo del insecto. El ala zaguera debe entonces adelantarse hasta que el margen anterior se encuentre bajo el margen posterior del ala delantera. Préndanse las dos alas en su lugar con bastantes alfileres alrededor y no a través de ellas. El abdomen y las antenas se mantendrán también en su lugar con alfileres. Las tiras de papel que detienen las alas en lugar adecuado deben ser de papel bastante delgado y no duro.

Los especímenes se dejan en el tablero de extensión hasta que se sequen completamente. Para insectos grandes se necesitan 2 ó 3 semanas. Los insectos más pequeños necesitan menos tiempo. Durante ese tiempo se deben guardar en recipientes a prueba de plagas. No se olvide el marbete de la fecha en que se hizo la captura, que debe ir unida al espécimen constantemente.

Los INSECTOS PEQUEÑOS que no pueden prenderse directamente atravesando el cuerpo con alfileres entomológicos corrientes deben montarse sobre triangulitos de cartulina o sobre alfileres especiales llamados minutillos.

Los triángulos de cartulina son largos y estrechos y se clavan con alfileres



8. *Doble montaje para insectos pequeños:* A, posición de la punta de cartón y de los marbetes en el alfiler; B, detalles para pegar un ejemplar a la punta del cartón; C, palomilla pequeña, orden Lepidóptera, prendida con un alfilerillo a un trozo de medula sobre un alfiler común para insectos; D, un mosquito, orden Díptera, clavado con un alfilerillo a un bloque de corcho con un alfiler común para insectos; E, manera de sujetar una larva inflada a un alfiler entomológico común trenzando un alambre fino alrededor de un trozo de corcho

entomológicos corrientes (del núm. 2 ó 3) por la parte más ancha y se pega el insecto en la punta, como se ve en la figura 8, A. Los triángulos se pueden cortar con tijeras en tiras de papel de 9 ó 10 milímetros de ancho, pero se hacen mejor y más uniformes con un sacabocados, que puede obtenerse en cualquier comercio del ramo. Debiera utilizarse papel de hilo de buena calidad; se recomienda el papel conocido como "sustance 36". No se sugiere la goma ordinaria para pegar los insectos debido a que se hace quebradiza. Es mejor utilizar cementos claros de acetato de celulosa, tal como el Ambroid, que se puede comprar en pequeñas cantidades en tiendas diversas. Se puede hacer una goma adecuada disolviendo el mango de un cepillo de dientes de resina transparente en una pequeña cantidad de esencia de plátano (acetato de amilo). La goma laca blanca pura también da buenos resultados. Sea cualquiera el adhesivo que se use, no debe dejársele espesar para que no forme hebras, y sólo debe emplearse en pequeñas cantidades.

Para montar la mayoría de los insectos dóblese hacia abajo la punta del cartoncito formando un ligero ángulo, de tal modo que cuando el insecto esté en posición vertical la punta doblada dé contra el costado del insecto (fig. 8, B). Sólo se doblará una pequeña parte del cartón; con un poco de práctica será fácil calcular lo que el cartón debe doblarse y en qué ángulo, según el espécimen particular que se vaya a montar. La mayor parte de los insectos montados sobre cartones deben pegarse por el lado derecho, aunque existen algunas excepciones a esta regla. Un método conveniente es el de colocar los insectos sobre sus espaldas o sobre sus costados izquierdos con las cabezas en dirección del trabajador; entonces, teniendo el alfiler en la mano izquierda, póngase un poco de adhesivo en la punta doblada y aplíquese al costado derecho del insecto. Si el

extremo de la punta puede deslizarse entre el cuerpo del insecto y la pata próxima, resultará un montaje más seguro. El insecto se pegará a la cartulina por un lado del tórax y no por las alas, el abdomen ni la cabeza.

Algunos insectos muy pesados para sostenerse en la cartulina con adhesivo, pero no suficientemente largos para prenderse con alfileres corrientes, se pueden adherir al cartón agujerando el lado derecho, en el lugar donde se colocaría normalmente el cartón de montaje e insertando en esta abertura la punta sin doblar del cartón con un poco de adhesivo. Para agujerar los especímenes lo mejor es un pequeño y punzante escalpelo hecho con una aguja.

El minutillo es un alfiler de acero muy pequeño y sin cabeza. Se usan para prender insectos pequeños sobre pedazos de corcho u otro material parecido, el cual se clava después con un alfiler entomológico común, como se ve en la figura 8, C, D. No deben utilizarse nunca para insectos de cuerpo duro (escarabajos, chinches).

Los insectos montados en montaduras dobles deben prepararse siguiendo las prácticas generales establecidas. Para los grupos más comunes son las siguientes:

1. Escarabajos, chinches, saltamones, etc.: Se montan sobre triángulos de cartulina con la punta doblada hacia abajo y pegada al lado derecho del espécimen (fig. 8, A, B).
2. Pequeñas avispas parásitas: Se montan sobre cartulinas con la punta sin doblar y aplicando el adhesivo al costado izquierdo del espécimen con las patas hacia el alfiler.
3. Palomillas pequeñas: Se montan sobre minutillos atravesándolos por la parte media del tórax por encima y con el abdomen del espécimen hacia el alfiler entomológico (fig. 8, C).
4. Mosquitos y moscas pequeñas: Se prenden con minutillos por un costado del tórax con el lado derecho del espécimen hacia el alfiler entomológico (fig. 8, D). Algunos trabajadores prefieren asegurar las moscas pequeñas directamente con los alfileres entomológicos comunes, poniendo un poco de pegamento al lado derecho del espécimen.

Los insectos que se han secado después de muertos en frascos con cianuro se deben ablandar antes de montarlos. Esto se hace fácilmente utilizando una vasija para ablandar, que se construye como sigue: dentro de una vasija o frasco de boca ancha con tapadera ajustada se colocan tres o cinco centímetros de arena limpia; se satura la arena con agua, a la que se le agregan unas gotas de fenol (ácido fénico) que sirven para evitar que se forme moho; la arena se cubre con uno o dos pedazos de cartones circulares a la medida del envase, y éste queda listo para usarse. Los insectos no deben estar en contacto directo con el agua y no deben dejarse que se ablanden mucho, porque se pueden estropear. Es suficiente de 1 a 3 días. La vasija de ablandamiento no debe colocarse en lugares muy calientes, porque el agua evaporada formará gotas dentro del frasco.

Deben ponerse a los ejemplares etiquetas provisionales con la información esencial en cuanto a fecha y lugar de captura, mientras se preparan para montarlos. Antes de colocarlos en la colección se les pondrán etiquetas definitivas, que se pondrán en el alfiler o en el frasco. Estas etiquetas son de tamaño pequeño y los datos deben restringirse a la información más importante. Más información sobre el espécimen o especímenes debe registrarse en los cuadernos de campo, asociada al material por medio de números o cualquier otro sistema conveniente. Cuando se envían los especímenes para su identificación siempre deben ir acompañados de toda la información disponible.

En la etiqueta o etiquetas de cada ejemplar debe consignarse la información siguiente: localidad (generalmente un lugar que aparezca registrado en los

mapas); el día, mes y año en que fueron recolectados; el nombre de quien los recolectó y la planta huésped, si se conoce, o el material que ataca.

Las etiquetas permanentes deben ser de papel de buena calidad, lo suficientemente fuerte para que se conserve plano o liso cuando se quiten los ejemplares, de una textura tal que se mantenga en el alfiler y con una superficie adecuada para escribir con pluma fina. La tinta debe ser permanente y no debe correrse si las etiquetas se colocan en frascos que contienen líquidos preservativos.

El tamaño de las etiquetas en los alfileres dependerá de los insectos de que se trate. Las etiquetas muy pequeñas, necesarias para pequeños ejemplares montados en triángulos de cartulina, no son adecuadas para palomillas, mariposas, chicharras grandes, etc., porque no pueden leerse fácilmente cuando están clavadas por debajo de esos insectos de cuerpo ancho. Las etiquetas grandes, adecuadas para insectos grandes, ocupan mucho espacio en la colección si se usan para insectos pequeños. Para los usos generales son convenientes etiquetas impresas con tipo de 4 puntos o tipo *diamante*. Las etiquetas pueden hacerse también de cualquier tamaño, imprimiendo algunas en tiras y en tipos grandes, haciendo un grabado con la reducción deseada e imprimiendo el número que se quiera con dicho grabado.

Las etiquetas deben colocarse en tal forma que guarden equilibrio con los especímenes montados. La figura 8, A muestra cómo prender las etiquetas para los especímenes montados sobre triángulos; para los ejemplares prendidos el eje mayor de la etiqueta debe coincidir con el eje mayor de los especímenes, y el margen izquierdo de la etiqueta debe quedar en dirección a la cabeza del espécimen. La etiqueta debe correrse sobre el alfiler hasta la altura deseada mediante la base en que se clava; por lo general la mitad del alfiler estará a la altura conveniente.

Un equipo regular para conservar la colección asegura uniformidad de las vasijas cuando es necesario aumentar su número. Puede obtenerse en cualquiera de las casas comerciales del ramo.

El material que se conserva en líquidos no necesita más atención que renovar el líquido y los corchos. Los frascos deben revisarse periódicamente para asegurarse de que los especímenes no se han secado. Los frascos pequeños deben guardarse en estantes, de manera que los corchos no queden en contacto con los líquidos; esto facilita también la ordenación y el examen del material. Los frascos que no puedan inspeccionarse con frecuencia deben taparse con tapones de algodón y colocarse boca abajo en una vasija lo suficientemente grande en la cual quepan varios frascos, llenando parcialmente la vasija con el preservativo.

Los especímenes prendidos con alfileres deben guardarse en cajas a prueba de cualquier plaga. Las cajas regulares para insectos, conocidas como cajas Schmitt, son muy recomendables. Si se usan otras cajas, como las de puros, deben examinarse con frecuencia para ver si han sufrido daños y fumigarse periódicamente. Aun las cajas a prueba de plagas deben fumigarse de vez en cuando por temor de que entren plagas en ellas y dañen a todos los ejemplares. La mayor parte de las instituciones entomológicas guardan sus colecciones en cajones con tapa de vidrio provistos de bandejitas forradas de corcho de tamaños diferentes, que pueden moverse y arreglarse sin necesidad de prender de nuevo los especímenes.

Unas cuantas precauciones sencillas contra las plagas en los museos, tales como los antrenos o polilla de los tapices, son parte necesaria del cuidado del material no conservado en líquidos. La naftalina, en la forma de las bolas ordinarias o de escamas, es barata y satisfactoria como repelente pero no mata a las plagas una vez que han invadido la colección. Para matar las plagas es necesario el uso de algún fumigante, tales como el paradiclorobenceno (PDB), el

disulfuro de carbono, el dicloruro de etileno o el tetracloruro de carbono. El disulfuro de carbono es probablemente el de uso más generalizado, y es eficaz, pero es explosivo e inflamable cuando se mezcla con aire en ciertas proporciones, tiene un olor repugnante y mancha las cajas de insectos.

Puede colocarse una pequeña cantidad de naftalina o de paradiclorobenceno en cada una de las cajas de especímenes, sea en una bolsa de tela o en una caja pequeña con la tapa perforada prendida firmemente en un rincón. La naftalina en bolas puede prenderse en la caja, sujetándolas con alfileres ordinarios. Para hacer esto, caliéntese la punta del alfiler e introdúzcase en la bola de naftalina y déjesela enfriar. Los fumigantes líquidos pueden usarse sin peligro de manchar las cajas saturando un trozo de algodón y colocándolo en un frasco pequeño de boca ancha y sujeto a una esquina.

Los insectos adultos destinados a una colección o enviados para su identificación (a las autoridades entomológicas del Municipio, del Estado o Federales, por ejemplo) no deberán enviarse vivos sin permiso del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

Las crisálidas o larvas enviadas para crianza deberán colocarse en vasijas seguras, tales como las cajas de estaño para ungüentos o las cajas de correo. Es preferible enviar las crisálidas en musgo húmedo (pero no mojado), procurando no apretarlas. Las larvas deben empaquetarse con alimento suficiente para que dure hasta que lleguen a su destino.

Los insectos voluminosos o trozos de plantas huéspedes que lleven insectos tales como los insectos escamosos pueden secarse o medio secarse antes de empaquetarlos en una caja que permita que la desecación siga después de cerrarla.

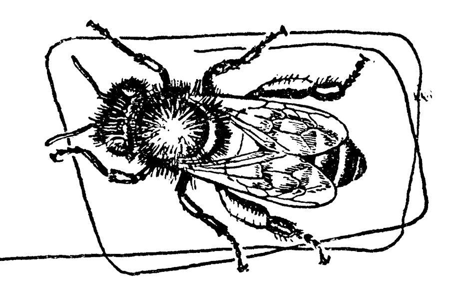
Los insectos montados deben prenderse sólidamente en cajas bien forradas de corcho o de otro material que sirva para el objeto.

Los frasquitos deben envolverse por separado con papel fuerte y después empaquetarse en una caja postal o en otra caja resistente, poniendo a su alrededor algodón o algodón de celulosa.

No se deje naftalina o paradiclorobenceno sueltos en las cajas de insectos que se van a enviar por correo. No se envíen nunca insectos en sobres ordinarios.

PAUL W. OMAN *recibió su instrucción académica en las Universidades de Kansas y de George Washington. Se incorporó a la Sección de identificación de insectos de la Oficina de Entomología y Cuarentenas de Plantas en 1930. En 1950 principió un período de servicio militar.*

Los insectos útiles



Los insectos amigos del hombre

F. C. Bishopp

DEBEMOS pasar algunos ratos en nuestros jardines observando los insectos dedicados a su trabajo para apreciar cómo cooperan en proporcionarnos alimento, flores y bienestar y darnos cuenta de que no todos los insectos son dañinos.

Algunos insectos mejoran el suelo. El aire penetra en el suelo a través de las madrigueras de hormigas, gusanos, escarabajos y abejas silvestres.

Estas hordas perforadoras también acarrean tierra de las capas profundas del suelo hacia la superficie, ayudando así a mejorar sus condiciones físicas y enterrando la materia vegetal en descomposición. Los gusanos o larvas de muchos escarabajos, hormigas, termitas e insectos diminutos (como las colas de resorte), habitantes de los bosques, siempre se encuentran trabajando, cortando en trozos las hojas, las ramas y los troncos de árboles caídos, que devuelven al suelo, proporcionando elementos nutritivos para el crecimiento de otras plantas.

Los insectos aceleran la descomposición de los cuerpos de los animales y su incorporación al suelo. Así pues, figuran en el ciclo sin fin que abarca toda la vida. No es que todos los insectos que trabajan en la formación del suelo sean benéficos. Algunos, como los gusanos blancos y las cigarras, en sus primeras fases pueden dañar a las plantas alimentándose con sus raíces y (cuando adultos) atacando los tallos, las ramas, las hojas o los frutos. Otros, como las larvas de la corónida, después de realizar su trabajo de acabar con las carroñas y de penetración del suelo pueden convertirse en moscas transmisoras de enfermedades.

A algunos otros insectos útiles los llamamos predatores y parásitos.

Los predatores son los leones y los tigres del mundo de los insectos. Algunos devoran una gran parte o toda su presa. Otros, como la hormiga león, solamente chupan los fluidos del cuerpo.

Los insectos predatores de mayor importancia económica son las libélulas, las libélulas doncellas, los áfidos leones, los escarabajos del suelo, las mariquitas y las moscas sírfidas. Entre los otros muchos predatores están las garrapatas, las moscas saqueadoras, las moscas zancudas, los escarabajos tigres, las avispas y las hormigas.

Las libélulas y las libélulas doncella son interesantes y familiares. Existen unas 2,000 especies conocidas, y de ellas 300 se encuentran en los Estados Unidos. Las criaturas llamadas libélulas, caballitos del diablo o moscos halcones, de colores brillantes y alas de encaje, viven alrededor de pantanos, lagos y ciénagas. Sus ojos enormes, compuestos de 20,000 unidades visuales o facetas, ocupan gran parte de la cabeza y tienen forma convexa, permitiéndoles ver en todas

direcciones al mismo tiempo. Una red de nervios cubre los dos pares de alas grandes y rígidamente extendidas.

Sus ojos extraordinariamente desarrollados y su rápido vuelo permiten a la libélula cazar al vuelo mosquitos y otros insectos pequeños que constituyen su alimento único. Mientras vuela, las patas forman una especie de cesto donde caen los pequeños insectos. La libélula devora rápidamente a los insectos con sus mandíbulas vigorosas, que funcionan lateralmente, al mismo tiempo que vuela. Entre nuestras libélulas se encuentra la gran zurcidora verde, *Anax junius.*

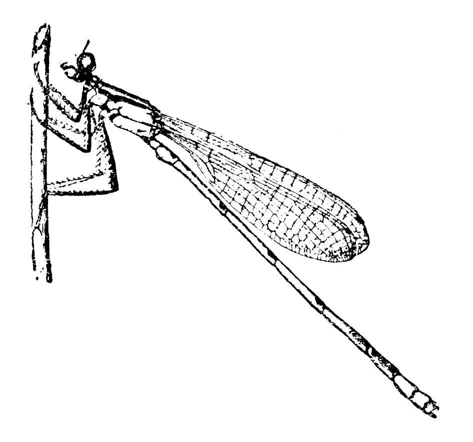
Las libélulas son voladoras veloces y pueden recorrer grandes distancias. Algunas de las especies más grandes suelen cazar a algunos kilómetros de su lugar de nacimiento. Cuando los pantanos se secan emigran a grandes distancias. Se han registrado migraciones de Australia a Tasmania a 250 kilómetros de distancia.

Las libélulas doncellas son más pequeñas y más delicadas que las libélulas, vuelan más pausadamente y recogen las alas sobre la espalda cuando descansan. Cazan insectos pequeños y de cuerpo blando.

Las crías de las libélulas y las libélulas doncellas, llamadas ninfas o náyades, destruyen mosquitos y otras clases de insectos acuáticos. Estas criaturas de apariencia extraña viven entre los resquicios de las piedras en el fondo de ríos o pantanos. Tienen una rara extensión articulada del labio inferior, o labro, que se pliega sobre las partes de la boca, pero que puede extenderse rápidamente para coger la presa con sus dos ganchos poderosos.

Las pequeñas náyades suelen llegar a su tamaño normal, de 25 a 50 milímetros en algunos meses, pero algunas especies pueden pasar de 3 a 4 años en esa fase. Cuando se ha desarrollado, la náyade se desliza fuera del agua, posándose en una rama o en una roca. Una vez seca, se escinde la piel torso abajo, saliendo sucesivamente la cabeza, el tórax, las nervosas alas, las patas y finalmente el largo abdomen. No tardan en extenderse hermosas las alas, aparecen los colores metálicos y comienza la nueva vida predatora.

Los áfidos-leones se encuentran entre los cazadores de insectos más útiles. Existen 15 familias en este grupo de insectos con alas nervosas. Todos son predatores. Entre ellos se encuentran las moscas cornudas, las garrapatas o chinches perezosas y los áfidos leones o piojos alados de ojos dorados.



Libélula doncella, Enallagma exsulans

Los áfidos leones se hallan en cualquier parte en los jardines. Destruyen muchas clases de insectos dañinos, los huevos de muchas orugas, todas las fases de ácaros que se alimentan de plantas, insectos escamosos, áfidos y chinches harinosas.

Los áfidos leones son las crías o larvas de insectos con alas como de gasa, antenas largas y hermosos ojos dorados. A estos piojos alados se les ve con frecuencia deslizarse sobre las hojas o volar torpemente de una a otra planta. La mayoría de las especies tienen hábitos similares y una apariencia general. Algunas son de color verde pálido. Otras son parduscas. El adulto vive de 4 a 6 semanas por lo general. En este período la hembra puede poner algunos cientos de huevos.

La madre pone cada huevo, de forma oval, en la punta de un tallito deli-

cado que sale de la superficie de una hoja o rama para impedir que el pequeño y voraz áfido que primero nazca devore a sus hermanos y hermanas antes de que nazcan (y quizá para protegerlos de otros enemigos). El período de incubación es de 6 a 14 días. Las larvas son criaturas singulares de color gris pardusco. Tienen un abdomen amplio y mandíbulas curvadas visibles, que se extienden hacia adelante de la cabeza. La larva agarra a la presa con sus mandíbulas como pinzas y chupa los jugos de su cuerpo.

Después de 2 ó 3 semanas es cuando la larva llega a su completo desarrollo e hila sobre una hoja su capullo oval, blanco-amarillento, del tamaño de un guisante. Al hilar la larva su capullo deja una tapa circular en su parte superior que la crisálida empuja hacia afuera cuando se convierte en adulto. El paso a la etapa adulta dura de 1 a 3 semanas en tiempo caliente.

Las mántidas religiosas o rezadoras son parientes de extraño aspecto de los saltamones. Su nombre proviene de la actitud que toman cuando descansan sobre las ramas o esperan su presa.

La mántida china mide 10 centímetros de longitud y puede capturar, sujetar y devorar insectos grandes. Desde que llegó a los Estados Unidos por el año de 1896, se ha extendido mucho en el este del país. Vive de insectos en sus etapas de ninfa y adulto, como todos los miembros de su familia. La mántida es caníbal. La hembra devora al macho con quien se apareó, y en ocasiones a su progenie.

Los huevos, puestos en grandes masas, se adhieren con firmeza a las ramas de los árboles. Cada masa contiene de 50 a 400 huevos. Una hembra deposita a menudo de 3 a 6 masas de huevos. El invierno lo pasan en estado de huevo. Por lo regular hay sólo una generación anual. Los pequeños se parecen a los adultos excepto en que no tienen alas.

Las mariquitas tienen hábitos que no son precisamente los de una dama.* Tanto los individuos jóvenes como los adultos matan y comen glotonamente diferentes insectos de cuerpo blando. Muy familiares son las especies de un amarillo-rojizo brillante, que tienen motas negras en los élitros, y las especies negras, que tienen manchas rojas. Menos conocidas son las numerosas especies pequeñas de color negro. Son raras las personas que asocian las larvas, de apariencia pesada y color oscuro, con los adultos de colores brillantes. Ni aun los hortelanos, familiarizados con la mariquita mexicana del frijol y de la calabaza y con los daños que producen, las reconocen como mariquitas extraviadas. Muchas mariquitas son nativas de los Estados Unidos. Su acción combinada para destruir los huevos y las crías de los áfidos, las escamas y otros insectos de cuerpo blando que destruyen las plantas es de gran valor para los agricultores y floricultores.

Algunas veces se les llama pájaros mariquitas, como en la vieja canción: "¡Pájaro mariquita, pájaro mariquita! ¡Vuela a tu casa! Tu casa está ardiendo y tus niños andan de un lado para otro."

Los huevos de la conchuela son ovales, amarillos o anaranjados. Los pone en masas pequeñas, por lo general en el envés de las hojas, y hacen eclosión en unos cuantos días. La larva joven, con su cuerpo cubierto con tubérculos y con sus seis patas, principia a buscar insectos blandos. Devora un áfido tras otro. En veinte días aproximadamente llega a su desarrollo completo con una longitud de seis milímetros de largo. Se adhiere entonces a una hoja o una rama con la punta de su abdomen, se contrae y entra en la fase de crisálida. La piel desechada permanece más o menos sobre la crisálida. El adulto escinde la piel de la crisálida y echa a andar para hacer incursiones contra los áfidos, que se multi-

* Estos insectos se llaman vulgarmente en inglés *lady beetles,* al pie de la letra "escarabajos damas". *(N. del T.)*

plican velozmente. Algunas especies se reúnen en grandes masas por el otoño y pasan el invierno en esta forma, guarecidas en lugares abrigados.

La vedalia, mariquita australiana pequeña y de color pardo-rojizo, hizo servicios de guardián contra la escama algodonosa en los árboles frutales de los Estados Unidos, Hawaii, Nueva Zelandia y otros países a los que se la llevó para hacer precisamente ese trabajo.

La mosca sírfida o eristalis contribuye a la polinización de las cosechas. Las larvas de muchas especies, que tienen apariencia de babosas, son destructoras eficaces de muchas plagas de las plantas, especialmente de los áfidos. Por lo general estas moscas son de colores brillantes. Algunas tienen el cuerpo listado y producen un zumbido cuando vuelan que muchas veces hace que se confundan con abejas. Los huevos los ponen en las hojas cerca de las colonias de áfidos. Hasta las larvas recién nacidas capturan y destruyen áfidos.

Los adultos y las larvas de otros muchos grupos de moscas verdaderas cazan otros insectos, por lo que son de gran valor para reducir los daños causados por las plagas.

El trabajo de los insectos parasitarios es menos espectacular que el de los predatores, pero es más interesante y útil para el hombre. Algunos grupos de insectos comprenden insectos que son parásitos de otros insectos. Los más abundantes e importantes de éstos son las moscas dípteras y las avispas.

Los insectos parasitarios atacan a todos los tipos en todas sus etapas de desarrollo. El huésped no muere inmediatamente. Por lo general, la larva del parásito entra en el cuerpo de su huésped y se alimenta de sus tejidos hasta que casi llega a la madurez; entonces muere el huésped. Los parásitos pueden pasar su etapa de crisálida dentro del cuerpo muerto o salir de él y pasarla sobre o cerca de los restos del insecto huésped.

Las moscas taquínidas parecen moscas domésticas grandes y peludas. Muchas especies comen una gran variedad de insectos, especialmente orugas. Las moscas se ven con frecuencia sobre las flores alimentándose de su néctar. La mayoría de las especies ponen huevos, pero algunas ponen larvas. Por lo común los huevos se adhieren a la piel del huésped. Cuando nacen las larvas atraviesan la piel. Una oruga puede ser muerta sólo por una larva de una mosca, o puede servir de huésped a una docena o más.

Algunas especies ponen sus huevos en el suelo, y la larva recién nacida busca un huésped, penetra en su cuerpo y se desarrolla dentro de él. La molesta tijerilla europea es muy parasitada por una mosca de este tipo. Otras especies depositan los huevos sobre las hojas de las plantas. Cuando alguna oruga come una hoja se traga los huevos, nacen las larvas, taladran las paredes del tubo digestivo y se desarrollan en el interior del cuerpo.

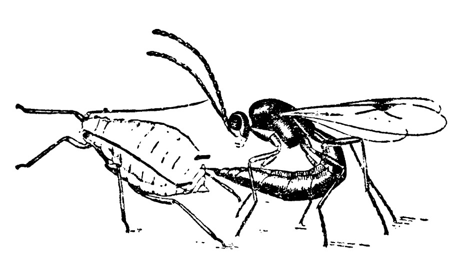
La *Campsilura concinnata,* una mosca importada de Europa para combatir la lagarta y la palomilla de cola parda, inserta a su cría dentro del gusano. Se ha averiguado que la mosca puede desarrollarse en las larvas de unas 100 especies diferentes de gusanos destructores a las que pone coto eficazmente.

Las moscas de la carne son una familia grande. Unas son pequeñas y otras son más bien grandes y grises. Tienen hábitos variados. Algunas son parásitos de animales de sangre caliente. Otras se alimentan de carroñas. Muchas son parásitas de infinidad de insectos, algunos de los cuales son plagas graves de las cosechas. Todas las moscas de la carne depositan crías vivas.

La larva del saltamontes, parásito de los saltamontes, es un miembro de esta familia. La mosca adulta emerge en primavera del suelo, donde pasa el invierno como crisálida, se aparea en seguida y principia a depositar sus larvas sobre los saltamontes, generalmente mientras éstos están en vuelo. La mosca se lanza en el aire sobre un saltamonte y le adhiere una de sus diminutas y pegajosas larvas. La larva lo taladra para entrar, y cuando llega a su pleno desarrollo muere

el huésped. Entonces la ancha larva se desliza fuera y penetra en el suelo para hacerse crisálida.

Las avispas se alimentan en su mayor parte de otros insectos. Las avispas amarillas rayadas se alimentan con materia vegetal, tales como la fruta que se ha pasado de madura, y de insectos de cuerpo blando, con cuyo jugo alimentan a sus pequeños. Tanto avispas amarillas rayadas como las más grandes, de color rojizo a caboa y llamadas *Polistes,* destruyen orugas destructoras como son el gusano del maíz y el gusano de la esciara. La avispa amarilla rayada construye nidos grandes, globulares y cerrados en los edificios, en los árboles o arbustos o en cavidades bajo tierra. La *Polistes* construye nidos abiertos y aplastados en situaciones similares. Pueden ser un gran inconveniente en las casas porque cuando se las molesta pican sañudamente. Los beneficios resultantes de las costumbres predatoras de la *Polistes* compensan con mucho sus cualidades molestas.



Lysiphlebus testaceipes ovipositando en un áfido

Esas avispas son insectos sociales. Las familias se componen de machos, hembras y obreras estériles. Por lo general, las hembras fertilizadas de *Polistes* pasan el invierno en lugares protegidos como desvanes, en tanto que la avispa amarilla rayada pasa el invierno en lugares protegidos fuera de las casas. En primavera principian a construir un pequeño nido de papel, ponen huevos en sus celdas y crían un número pequeño de obreras, que continúan construyendo más celdas y cuidando a las pequeñas que nacen después. Un nido de *Polistes* llega a ser de 15 a 18 centímetros en diámetro durante una sola estación y alberga a varios centenares de avispas; la familia amarilla rayada puede llegar a varios miles.

Las avispas de cintura ahilada y que embadurnan sus nidos con barro, así como las avispas cavadoras, no son sociales. Las embarradoras hacen sus nidos de barro en los edificios u otros lugares protegidos y almacenan en ellos insectos de cuerpo blando o arañas que sirven de alimento a las crías. Los otros dos grupos de avispas que he mencionado hacen nidos individuales en la tierra o en trozos de madera y los llenan de insectos o arañas. En este grupo están las llamadas tarántulas matadoras y los guardas de a caballo. Los guardas de a caballo hacen mucho bien atrapando tábanos de caballo, moscas de vaca y moscas de los establos en el ganado.

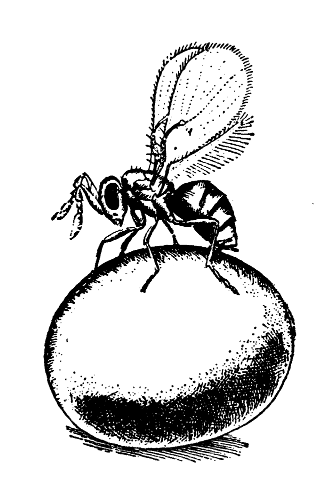
Las avispas parásitas ayudan al hombre combatiendo insectos destructores prácticamente de todas clases. Pero como otros insectos parásitos y predatores no se limitan a destruir insectos dañinos. Algunos atacan a otros insectos parásitos y se les llama parásitos secundarios.

El aspecto, las relaciones con los huéspedes y otros hábitos de las avispas parásitas varían más allá de toda posibilidad de hacer una generalización acerca de ellas. Típicamente, los adultos tienen cuatro alas, generalmente claras, con varios tipos de nervios. El color del cuerpo es, por lo general, pardo o negro. Las avispas difieren mucho en tamaño. Algunas son tan pequeñas que se pueden desarrollar varias dentro del huevo de un insecto no más grande que una cabeza de alfiler. Otras tienen un cuerpo que mide cinco centímetros o más.

Entre las avispas parásitas existen varios tipos de reproducción y de relaciones con los huéspedes. Las hembras de algunas especies, en algunas familias, se reproducen sin machos generación tras generación. Otras tienen los dos sexos

en ciertas generaciones. En general, las hembras vírgenes producen una progenie de hembras. Entre los parásitos semejantes a las avispas pueden nacer de un solo huevo de dos a una docena o más de individuos. El fenómeno se llama poliembrionía, y ocurre en algunas familias de este grupo. Su capacidad reproductora a menudo es enorme. Algunas especies depositan varios cientos de huevos en un día hasta un total de 1,000 a 1,500. El ciclo de desarrollo en algunas especies se completa de 5 a 10 días. Si hay huéspedes adecuados, el número de descendientes de una sola hembra puede alcanzar millones en una estación.

Ciertas especies de avispas parasíticas atacan a una sola especie de insectos o se limitan a especies estrechamente emparentadas como huéspedes, pero muchas atacarán a una gran diversidad de huéspedes. Algunas especies de parásitos ponen sus huevos en el huevo del huésped y las larvas no hacen un desarrollo completo hasta que el huésped ha llegado a su madurez larvaria o a su fase de crisálida.



Trichogramma minutum hembra agujereando un huevo de palomilla y poniendo dentro de él su propio huevo

La *Lysiphlebus testaceipes,* parásito muy útil y fácilmente observable, es un pequeño insecto delgado pero industrioso que destruye millones de áfidos. Es muy activo en los días soleados. Entonces se mueve presuroso entre los áfidos que se encuentran sobre una hoja, deteniéndose aquí y allá para perforar a un áfido con sus antenas. Después introduce su ovipositor dentro del áfido con un movimiento rápido y deposita un huevo dentro de él. El áfido no muestra efectos de enfermedad durante tres días, en que deja de reproducirse. La larva parásita en desarrollo no tarda en devorar los órganos vitales del áfido.

Los diminutos parásitos del huevo son extremadamente numerosos y de gran importancia económica. Uno de ellos, el *Trichogramma minutum,* que destruye los huevos de muchas de nuestras plagas más dañinas, como son el gusano de la hoja del algodón, el gusano bellotero, las palomillas tortrícidas y el barrenador de la caña, ha sido propagado y soltado por millones en campos y arboledas infestados. Sin embargo, existen dudas sobre el grado de control que estos parásitos puedan realizar.

Los insectos son indispensables para la polinización de las plantas. Muchos insectos nos sirven de este modo: tripsos, mariposas, hormigas, escarabajos, moscas, avispas y abejas.

Los capítulos siguientes dan detalles sobre este asunto vital, pero no será inoportuno exponer también aquí algunos de los puntos principales.

Aproximadamente 50 cosechas de granos y de frutas dependen de la abeja melífera o producen mucho más satisfactoriamente debido a su presencia. Algunas, como el trébol blanco y rojo, las cebollas, la mayoría de las variedades de manzanas, las cerezas dulces y las ciruelas, serían estériles sin la presencia de insectos polinizadores.

Una colonia fuerte de abejas melíferas puede tener 60,000 obreras o más. Se calculan en 37,000 las cargas de néctar necesarias para producir medio kilogramo de miel; las abejas de una colonia visitarán 300,000 flores al día si cada una hace 10 viajes al campo. Así pues, las abejas son más importantes por la

fertilización de las cosechas que por la producción de miel, aun cuando en los Estados Unidos se producen 100 millones de kilos de miel y dos millones de kilos de cera al año.

La cera de abejas, muy usada en la industria y en las artes, es secretada por las abejas obreras en forma de hojuelas o escamas por glándulas situadas en la región ventral del cuerpo. La abeja usa la cera para construir los panales donde almacena la miel y cría a su prole. La habilidad artística e ingenieril de las abejas se puede apreciar por la perfección de sus celdas exagonales y la uniformidad de sus paredes delicadas en una sección del panal.

En cada colonia existen tres formas: la reina o hembra, los zánganos o machos y las obreras. Las obreras, hembras con un desarrollo imperfecto, son las más numerosas y las que hacen todo el trabajo. Los zánganos son un poco más grandes que las obreras, privados de aguijón y pocos en número. Aparecen con la mayor abundancia a principios del verano, cuando el tiempo es bueno, y después las obreras los expulsan de la colmena.

La reina es mucho más grande que las abejas obreras y su única ocupación es poner huevos. Durante los dos o tres años de su existencia puede llegar a poner hasta un millón. Los coloca en el fondo de celdillas recién limpias y pulidas y hacen eclosión en tres días, al cabo de los cuales aparecen las larvas blancas diminutas y sin patas.

Las celdillas son tapadas por las obreras, y las larvas forman su capullo para pasar la fase de crisálida. En esta fase de quietud la larva se transforma en el insecto alado en unos doce días. Así, el desarrollo hasta la fase adulta ocupa, aproximadamente 21 días. Los zánganos necesitan 24 días y las reinas sólo 16. Cuando la abeja obrera alcanza su madurez, quita la tapa de la celdilla y se desliza fuera de ella. Por algún tiempo se mantiene relativamente inactiva. Después se convierte en nodriza o abeja casera y ayuda a cuidar a sus hermanas. Más tarde emprende sus trabajos en el campo. Unas abejas recogen néctar. Otras recogen polen, que se mete en las canastas para polen que forman los pelillos que tienen en el lado externo de las tibias de las patas posteriores.

El lugar de las abejas en la agricultura empieza a ser conocido y se presta cada vez más atención al uso de ellas como polinizadoras de las cosechas para sustituir a las abejas silvestres. El cultivo intensivo de la tierra y el uso general de los insecticidas están eliminando rápidamente a los insectos polinizadores nativos. El incremento del número de colmenas de abejas melíferas y la fuerza numérica de esas colonias es un medio para vencer esta deficiencia de nuestra agricultura.

Un ejemplo de las relaciones raras de los insectos y las plantas —el delicado equilibrio entre las plantas y sus polinizadores— es la de la diminuta avispa asiática de los higos y la higuera de Esmirna. El higo es un producto carnoso, hueco, en forma de pera, que contiene cientos de flores muy pequeñas que revisten las superficies interiores de una cavidad. La cavidad tiene un pequeño agujero en el ápice o extremo libre. La higuera de Esmirna produce únicamente flores femeninas sin polen. Antes de 1900 los higos de Esmirna producidos en los Estados Unidos eran inferiores a los producidos en Asia Menor. Una investigación reveló que esto era debido a la ausencia en California de los pequeños insectos parecidos a avispas que sirven como agentes polinizadores de los higos asiáticos, su único agente polinizador. Los insectos se desarrollan en higos silvestres no comestibles, llamados cabrahigos, que producen únicamente flores machos con abundancia de polen y que son los antepasados de nuestros higos comestibles. Los insectos machos carecen de alas y nunca abandonan el fruto en que se desarrollan. Encuentran a la hembra estacionándose en una protuberancia parecida a una agalla dentro del higo, agujerean esa celda y fertilizan a la hembra. Entonces ella se abre camino hacia afuera, y al escapar del higo se

cubre de polen. Tiene alas y vuela en busca de un lugar donde poner sus huevos. Entra tanto en el higo de Esmirna como en el cabrahigo, si crecen uno junto a otro. Los higos de Esmirna no son adecuados para el desarrollo de la avispa del higo, pero el polen que llevan en el cuerpo realiza la fertilización de las flores de los higos y la producción de una fruta deliciosa.

Los esfuerzos continuos para introducir en California las avispas del higo de Asia Menor dieron por fin resultado. Recientemente estas avispas principiaron a causar inquietud porque transportan una enfermedad, la pudrición parda, de los higos silvestres a los Esmirna. Esto se resolvió criando en incubadora millones de avispas del higo libres de la enfermedad y soltándolas en huertos de higueras.

La mayor parte de los insectos escamosos son dañinos porque chupan la savia de muchas de nuestras plantas cultivadas. Algunos, sin embargo, han sido obligados a trabajar en nuestro beneficio.

El insecto de la laca, *Laccifer lacca,* es uno de ellos. Vive en árboles de la familia de los higos, generalmente en las Indias Orientales, Malasia e India. El diminuto insecto joven de la laca, que camina a rastras, encuentra su lugar adecuado en un vástago o rama, hinca su pico en el tejido de la planta, crece y secreta una materia resinosa que acaba por cubrirlo. Los miles de insectos se colocan uno al lado del otro y la secreción resinosa se amontona a su alrededor y envuelve por completo la rama. La mayoría de los jóvenes insectos se convierten en hembras en tres meses y ocupan pequeñas cavidades en la masa resinosa, de las que nunca llegan a escapar. Los machos emergen y fertilizan a las hembras a través de pequeños agujeros que se extienden a la superficie de la incrustación. Al desarrollarse los huevos en el cuerpo de la hembra, ésta toma la apariencia de un saco de color rojo brillante. El pigmento rojo es el origen de la laca colorante comercial. La hembra muere, el huevo hace eclosión, los jóvenes insectos escapan y se colocan cerca de una parte no infestada de la rama y el proceso se repite.

Las grandes producciones de laca y de colorante se obtienen cosechando las ramas infestadas en tanto las hembras se encuentran con vida. Esto se hace dos veces al año, por junio y noviembre. Las ramas incrustadas se conocen como palo de laca. Más de 20 millones de kilogramos de esta materia se cosechan anualmente. El palo de la laca se muele, en gran parte, en morteros ordinarios. La laca granular que resulta se llama laca en grano; con las partículas finas se hacen juguetes y adornos, y la madera se usa como combustible. La laca en grano se lava después, se funde, se extiende en capas delgadas y se seca, formándose así la goma laca comercial. Mucha gente de la India depende para vivir de la industria de la laca.

El tinte rojo que proviene de los insectos de la laca se usa muy poco hoy día. Se obtiene por evaporación del agua en que se lava la laca en grano.

Un tinte muy usado en la industria, llamado cochinilla, se hace con los cuerpos secos y pulverizados de un insecto emparentado con el de la laca. Vive sobre un cacto o tuna. La cochinilla se usa principalmente en cosméticos, como colorante de bebidas y en el adorno de pasteles y tortas. Por su fijeza se le apreció mucho como colorante para telas.

La cochinilla se produce principalmente en Honduras, las Islas Canarias y México. El insecto se guarda en invierno sobre las plantas de cactus dentro de las casas. En primavera las hembras se llevan a los cactus en el campo y puede cosecharse en 3 meses. Para hacer medio kilo de tintura se necesitan alrededor de 70,000 insectos.

Las agallas son excrecencias peculiares producidas por algunos insectos. Por lo general dañan algo las plantas que atacan, pero algunas clases se usan como materia prima de tinturas, materias curtientes y medicinas.

La agalla de Alepo o nuez de agalla, producida por un insecto como avispa sobre algunas especies de robles en el oeste de Asia y el este de Europa, se ha usado por siglos como tónico, astringente y antídoto para ciertos venenos. Los griegos primitivos la utilizaron para teñir la lana, el pelo de camello y pieles. Otras agallas se han usado como colorantes de tejidos y para tatuajes. La agalla de Alepo se usa para preparar una tinta permanente. Se ha utilizado en las fórmulas para tinta por la Tesorería de los Estados Unidos y por el Banco de Inglaterra.

La seda se origina de la saliva de un insecto. En China y Japón, miles de familias cultivan el gusano de seda como parte de sus actividades cotidianas durante los meses de verano.

La industria de la seda principió en China, que guardó el origen de la seda como un secreto por espacio de más de 2,000 años. El tratar de sacar del país huevos del gusano de seda se pagaba con la muerte. Algunos huevecillos se sacaron de contrabando fuera de China, alrededor del 555 D.C., llevándoselos a Constantinopla. Desde esa fecha la producción comercial aumentó en algunos países con climas más cálidos; sin embargo, la industria siguió confinada principalmente a China, Japón, India y la región del Mediterráneo.

En los Estados Unidos se han hecho esfuerzos para establecer la sericultura, y existe gran interés por ella. Los gusanos de seda pueden criarse aquí y las moreras también se dan bien; pero se necesita una cantidad enorme de mano de obra, y los norteamericanos tienen que competir con los bajos costos de mano de obra en China, Japón y la India. La seda también tiene que competir ahora en precio con fibras sintéticas que pueden producirse a costos relativamente bajos. Funcionarios del Departamento de Agricultura dirigieron experimentos sobre el cultivo de la seda en 1884-91 y 1902-8. Esos trabajos y muchas empresas comerciales en diferentes partes del país demostraron la impracticabilidad del cultivo de la seda en los Estados Unidos.

El gusano de seda es la larva u oruga de la palomilla *Bombyx mori*. El hombre ha cuidado de ella por tanto tiempo, que se ha hecho doméstica por completo. La palomilla de color blanco-cenizo tiene un cuerpo gordo y una envergadura de alas de 5 centímetros. No se alimenta y raras veces intenta volar. Después del apareamiento, la hembra deposita 300 o 400 huevos redondos de color amarillo que rápidamente toman una coloración gris o lila, y de color claro cuando se acerca el momento de la eclosión.

En temperatura de verano el huevo hace eclosión en 10 días. La fase larvaria necesita de 30 a 40 días, durante los que ocurren cuatro transformaciones. El gusano pequeño mide 3 milímetros de largo y la oruga bien desarrollada 7.5 centímetros. Es de color grisáceo o cremoso y carece de pelos. Tiene una giba detrás de la cabeza y un cuerno como espina en la cola. Cuando están completamente desarrolladas, las larvas se ponen inquietas, y si se les ha dado un lugar adecuado, como plantas pilosas secas, principian a tejer su capullo. Este trabajo toma tres días de constantes movimientos de la cabeza de un lado para otro con un ritmo de 65 movimientos por minuto. El capullo se forma de una secreción de dos grandes glándulas que se extienden a lo largo del interior del cuerpo, comunicadas por un solo conducto sobre el labio inferior. Cuando se expone al aire este fluido viscoso y claro, se endurece, formando el hilo de seda. El filamento que forma el capullo es continuo y su longitud varía de 800 a 1,200 metros. Los capullos son ovales y varían de color, que va del blanco a un precioso amarillo dorado, según la variedad o raza.

La larva se hace crisálida dentro del capullo. En dos semanas, aproximadamente, la mariposa sale por una abertura en el extremo del capullo. Los capullos de donde ha salido la mariposa se llaman capullos picados, y tienen un precio reducido porque no se pueden devanar, pero se cardan y se convierten en hilos.

Para criar palomillas o mariposas suelen ensartarse los capullos y colgarse en un lugar oscuro y fresco hasta que emerge la mariposa. Los machos y las hembras se colocan sobre estopilla de algodón, donde se aparean y son depositados los huevos, que se adhieren un poco a la tela.

La raza de gusanos de seda más común produce únicamente una generación de gusanos al año, pero existen otras que producen dos, y algunas aun varias. Los huevos deben guardarse en lugares fríos hasta que hacen eclosión. Veintiocho gramos de huevecillos producen de 30,000 a 35,000 gusanos, que producen a su vez 50 a 60 kilogramos de capullos frescos. Los capullos producen 5 a 6 kilogramos de seda cruda o en rama.

Las hojas de morera se usan casi por completo para alimentar a los gusanos de seda. La morera blanca, *Morus alba,* es la especie preferida. Se usa como substituto el follaje del naranjo osage, árbol originario de las montañas de Arkansas, Estados Unidos. Cuando la larva es pequeña se usan con frecuencia hojas de lechuga para alimentarla.

La crianza de los gusanos de seda es laboriosa. Las larvas se guardan en una casa para crianza, sobre bandejas que constantemente están a la sombra con temperaturas entre 18.33° y 25.56° C. Primero se alimentan con hojas de morera picadas ocho veces al día. Después de 4 ó 5 días las hojas frescas se colocan en una bandeja con fondo de punto de bobiné. Sobre éste se coloca la bandeja que contiene los gusanos. Pronto se arrastran hasta alcanzar el alimento fresco. Cuando crece, la larva es trasladada con frecuencia a hojas frescas en bandejas limpias. Consumen una cantidad sorprendente de hojas, que siempre deben estar secas. Las hojas húmedas u otras condiciones adversas con frecuencia favorecen el desarrollo de ciertas enfermedades que muchas veces se llevan una gran proporción de gusanos.

Para el devanado de la seda los capullos se recogen 8 días después que principió el hilado y la crisálida se mata con calor por lo general y se secan completamente. Quedan listos para el devanado después de clasificarlos. El devanado también necesita mucha mano de obra, aunque hoy día se hace casi siempre utilizando devanadoras automáticas. El cemento que une las fibras se suelta hirviendo los capullos. Antes de remover los hilos ya flojos con un cepillo giratorio los capullos se ponen en agua caliente, y los filamentos de cuatro o cinco de ellos se trenzan para formar una hebra que se enrolla en una devanadora. Esta seda cruda se quita de la devanadora en madejas de 56 gramos, que se embalan después de pesadas.

Los insectos no se alimentan íntegramente de plantas que tenemos interés por cultivar. Muchos de ellos se alimentan de cizaña. Algunas especies de esta clase de insectos se han introducido con resultados benéficos en regiones donde ciertas plantas se han convertido en estorbos serios.

El ejemplo de lo que puede hacerse de ese modo a bajo costo es el control del nopal con insectos en Australia. En 1787 el capitán Arthur Phillip llevó a Australia plantas de cactus para cultivar la cochinilla a fin de obtener el colorante. Más tarde varias especies de cactus salieron de los huertos, y hacia 1925 crecían ya más de 20 clases silvestres diferentes. En ausencia de enemigos naturales el nopal se extendió rápidamente. Cerca de 30 millones de hectáreas estaban invadidas aquel año, la mitad de ellas cubiertas en tal forma que no podía utilizarse la tierra.

En 1920 creó Australia una Oficina Federal del Nopal y envió entomólogos a América, de donde es originario el cactus, con objeto de que estudiaran los insectos enemigos y los métodos de criarlos y enviarlos a Australia. Este trabajo se continuó tanto en América del Norte como en la del Sur, en cooperación con entomólogos americanos, de 1920 a 1937, tiempo durante el cual se enviaron a Australia más de medio millón de insectos de 50 diferentes especies. Algunos se estable-

cieron con éxito, incluyendo la cochinilla, una chinche grande de la planta, una palomilla barrenadora y una arañuela. Los insectos dieron cuenta de los retoños de los cactus, reduciendo la densidad de las plantas a tal grado que el pasto volvió a nacer. Sin embargo, hasta 1930, en que se enviaron unos 3 mil millones de huevos de una palomilla, la *Cactoblastis cactorum,* de Argentina, y se repartieron por todo el territorio, no empezó a hacerse realidad la esperanza de dominar la peste. Siete años después de la primera introducción de esta palomilla fue destruida la última producción densa de nopal y la tierra quedó abierta a la colonización y la ganadería.

El costo total fue de 168,600 libras, o sea una fracción de penique por hectárea, cifra modesta comparada con las 20 libras por hectárea con resultados mucho menos satisfactorios cuando se utilizó, unos años antes, el procedimiento químico y mecánico.

F. C. BISHOPP, *oriundo de Colorado, ha dirigido o realizado personalmente investigaciones en la Oficina de Entomología y Cuarentenas de Plantas sobre insectos desde el año de 1904. Desde 1941 es primer ayudante de la misma Oficina.*

Las abejas melíferas como agentes de polinización

George H. Vansell y W. H. Griggs

LAS PLANTAS tienen sexos algo parecidos a los que tienen los animales. Muchas plantas tienen los dos sexos, el femenino y el masculino, en un mismo individuo. Otras plantas tienen los órganos sexuales en plantas diferentes —es decir, una planta es exclusivamente macho y otra hembra—. En cualquier caso, el polen que proviene de la parte masculina de la planta debe entrar en contacto con el elemento femenino para que resulte la semilla.

La reproducción es la única función de las flores. En una flor típica las partes hembras esenciales, sin tomar en cuenta su forma y número variables, son el ovario, el estilo y el estigma. El ovario, que es la parte básica, llega a convertirse en fruto. El estilo es una forma de columna de tejido que sale de lo alto del ovario. El estigma es la parte superior del estilo ensanchada o modificada de alguna otra manera. En muchas plantas la superficie del estigma tiene una secreción pegajosa a la que se adhiere el polen. En la parte masculina típica de una flor la antera solamente produce polen, que es el elemento funcional masculino.

La polinización es la transferencia del polen de la antera al estigma o la distribución de polen. La polinización debe verificarse antes de la fertilización (la unión de la célula germinal masculina contenida en los granos de polen con la célula germinal femenina, o huevo, que se encuentra en el ovario) y finalmente puede tener lugar la reproducción.

Si el polen es llevado de una antera al estigma de la misma flor o al estigma de otra flor en la misma planta, se dice que se realiza la autopolinización. La transferencia del polen de una antera al estigma de una flor de otra planta se considera como polinización cruzada. Estas son definiciones botánicas y no tienen en cuenta el factor varietal, que es de mucha importancia en la produc-

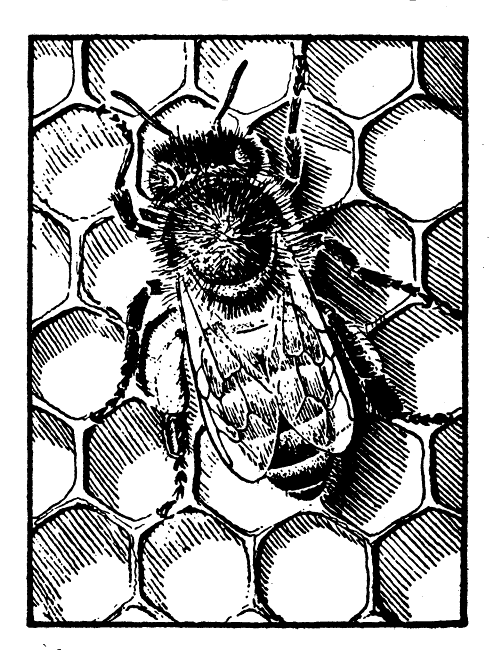
ción de los frutos. La autopolinización, tal como se usa en la producción de fruta, también incluye la transferencia de pólen de las anteras de una flor de una variedad al estigma de una flor de la misma variedad. La polinización cruzada, desde el punto de vista de la horticultura, se refiere a la transferencia del polen de la flor de una variedad a una flor de variedad distinta.

Charles Darwin, el naturalista inglés, concluyó de sus observaciones y de sus experimentos exhaustivos con muchas familias de plantas que las plantas resultantes de la polinización cruzada tenían, por lo general, mayor vigor, peso y altura y producían flores más temprano que las resultantes de autopolinización. Desde esa época se ha demostrado que las ventajas de la polinización cruzada y las desventajas de la autopolinización, no siempre son tan decisivas como supuso Darwin. Sin embargo, existe una lista larga de especies y variedades de plantas que son autoestériles y requieren la polinización cruzada; las ventajas del vigor del híbrido en algunas prácticas modernas de siembras también ha quedado demostrado.

Darwin enumeró varias formas en que las plantas están constituidas para evitar la autopolinización y asegurar la polinización cruzada:

1. Por la separación de los sexos, en que los estambres y los pistilos de las flores se encuentran en plantas separadas, como acontece en el cáñamo, sauce, acebo y dátil.
2. Por una diferencia en el tiempo de maduración del polen y el estigma en la misma flor, como sucede con el trébol rojo, la remolacha, el llantén y aguacate.
3. Por artificios mecánicos especiales que evitan la autopolinización o favorecen la polinización por el insecto, como en muchas orquídeas, legumbres y hierbabuenas.
4. Produciendo formas diferentes de flores en la misma planta con estambres y pistilos de longitud diferente, como en la prímula china.
5. Por la esterilidad completa o parcial de las flores para su mismo polen o la prepotencia del polen de otros individuos o variedades sobre el polen de la misma planta, como sucede con la lobelia, la clavellina, el gordolobo y muchas variedades de manzanas, peras, cerezas, ciruelas y almendras.

No existe dificultad para la polinización y fertilización de algunas plantas que se autopolinizan, porque ambos elementos sexuales se desarrollan tan juntos uno al otro, que el polen se deposita directamente sobre el estigma. El trigo ilustra esta situación, pues se autofecunda y al mismo tiempo se autofertiliza. Existen plantas autofértiles que, sin embargo, son total o parcialmente incapaces de fertilizarse a sí mismas sin la ayuda de un agente de transferencia. El melón cantalupo es un ejemplo muy importante de este fenómeno.


Abeja melífera sobre su panal

Otras plantas no pueden fertilizarse a sí mismas después de la autopolinización debida a un agente conductor, aun cuando los dos sexos maduren al mis-

mo tiempo. Las variedades de cereza dulce y almendra son ejemplo de este caso; se necesita el polen de otra variedad para que se efectúe la fertilización. No sólo todas las variedades de estos frutales son autoestériles; también existen ejemplos de variedades de compatibilidad interina.

Las variedades de ciertos frutales, como la manzana, pera y ciruela, producen algún fruto debido a la autopolinización, pero no lo suficiente para una cosecha abundante. Se dice que estas variedades autofructifican parcialmente. En estos casos son esenciales para la producción comercial los agentes que transfieren el polen entre diferentes variedades.

Aun en muchos casos de autoesterilidad, como la ciruela francesa, la actividad de los insectos en las florescencias aumenta mucho la producción de fruta por la mejor distribución del polen. Los ciruelos franceses encerrados en tiendas de campaña dieron series del 19 por ciento cuando estuvieron presentes las abejas y del 0.34 por ciento cuando éstas estuvieron ausentes. Resultados similares se obtuvieron en Michigan al encerrar cerezos agrios Montmorency autofructificadores.

Es quizá significativo que por tener California una enorme población de abejas melíferas el rendimiento de fruta plumón y semillas de muchas plantas, como la ciruela, el algodón, la alfalfa, el trébol ladino, la cebolla, la zanahoria, los cantalupos, los frijoles lima y la mostaza blanca, a menudo sea sobresaliente.

Pueden ser necesarios varios agentes para la distribución del polen de una planta a otra, debido a que un polen puede estar seco y ser liviano, en tanto que otro puede estar húmedo y pesado. Los agentes más comunes para la distribución del polen son la gravedad, el viento y los insectos. Por ejemplo, el polen del maíz cae de la espiga a los cabellitos de la mazorca. El polen de la palma datilera es un polvo fino que flota como la niebla. El polen del pino con sus alas parecidas a ampollitas es arrastrado con rapidez por el viento. Los pólenes de los frutales caducos son gomosos y por lo general son transportados por los insectos. El grano gigante de polen del algodón está densamente moteado de un fluido pegajoso que lo hace demasiado pesado para ser transportado por el aire, pero que lo pega con facilidad a los pelos que cubren el cuerpo de los insectos polinizadores. En ocasiones la polinización se efectúa también por la lluvia, los pájaros y medios artificiales inventados por el hombre.

Aun entre muchas plantas conocidas botánicamente como polinizadoras por medio del viento y la gravedad, algunas veces los insectos son un factor en la recolección y distribución de polen. Por ejemplo, los pólenes de las colonias de abejas a menudo contienen cantidades apreciables de polen de maíz, roble, pino, nogal, ballico, sorgo del Sudán, palma de las Islas Canarias, palma datilera, enebro, ciprés, olmo o sequoia. Muy pocas de estas plantas, si es que alguna, producen néctar visible para atraer a los insectos a las partes masculinas de la flor; en consecuencia, probablemente las visitan únicamente insectos recolectores de polen.

Muchas plantas producen frutos sin polinización y fertilización ni el subsiguiente desarrollo de semillas. Varias de nuestras plantas cultivadas producen regularmente esos frutos partenocárpicos (sin semillas). Entre ellas están las uvas secas sin semilla, el pepino inglés de invernadero, las naranjas de ombligo, los plátanos, las piñas y algunas variedades de peras, higos y caquis. Algunas veces la sola polinización sin la subsiguiente fertilización es suficiente para que principie el desarrollo del fruto. La aplicación de hormonas sintéticas vegetales a las flores y a las hojas estimula la partenocarpia en el jitomate, los higos de Esmirna, el acebo, las peras y otros.

LAS ABEJAS NATIVAS SILVESTRES (abejorros, abejas cortadoras, abejas alca-

linas y abejas carpinteras) están adaptadas especialmente para juntar polen y néctar de las flores. Muchos otros insectos hacen lo mismo: algunos escarabajos, moscas, palomillas y tripsos. De hecho, cualquiera de los miles de insectos que visitan las flores de intento o accidentalmente pueden ser agentes para el acarreo de los granos de polen de la antera al estigma. Pero el más importante con mucho de todos ellos es la abeja melífera, *Apis mellifera,* cuya existencia depende del polen y del néctar de las plantas. Calculamos que las abejas efectúan más del 80 por ciento de la polinización debida a los insectos. Los rendimientos de frutas, legumbres y cereales a menudo han sido duplicados o triplicados, simplemente proporcionándoles un número adecuado de abejas.

La abeja melífera fue traída de Europa a los Estados Unidos. A diferencia de la abeja silvestre nativa, es un insecto colonial durante todo el año y por esta razón se dispone de ella en producción en cualquiera estación. La semidomesticación en colmenas hechas por el hombre facilita su colocación donde son necesarias para el servicio de polinización. (El abejorro nativo también vive en colonias en tiempo de verano, pero únicamente la reina sobrevive al invierno para establecer una nueva colonia a la siguiente primavera.)

La abeja melífera tiene metamorfosis completa. Pasa por las fases de huevo, larva, crisálida y adulto. Cada colonia tiene tres tipos diferentes de individuos: la reina, un puñado de zánganos y muchos miles de obreras. La reina es la verdadera hembra, cuya función primordial es la producción de huevos. El zángano o abeja macho no tiene otra función que aportar el esperma cuando una reina joven se aparea. Realizado esto, las obreras lo echan fuera de la colmena. Las obreras maduras no son formas sexuales, aunque en las fases de huevo y primeras de larva no existe diferencia entre ellas y la reina. La clase de alimento y los cuidados proporcionados a las larvas hacen que se desarrollen como obreras o como reinas. Es la obrera la que es familiar a todos como la proverbial abeja laboriosa que se encuentra en las huertas, jardines y campos.

La abeja melífera necesita hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas y otros elementos para su alimentación. La mayoría de los hidratos de carbono se derivan en gran parte del néctar de la planta, líquido que contiene tres clases de azúcares. Llevan agua a la colmena de diversos orígenes. Las demás cosas necesarias las suministran en gran parte los pólenes. En ocasiones las abejas buscan también sal y quizá otros minerales.

El polen es utilizado primordialmente para la crianza y maturación de las abejas jóvenes a través de sus fases larvarias y las primeras como adulto. El alimento de las abejas maduras que salen al campo es en gran parte miel o el néctar con que se elabora. Cuando la abeja va a las flores en busca de estos alimentos, inadvertidamente realiza la distribución de polen tan necesaria para la reproducción de las plantas.

Por lo general, una abeja visita una especie de plantas para recolectar polen o néctar, afortunada medida de la Naturaleza, porque un polen de una especie no es efectivo para fertilizar completamente otra clase de plantas. Por ejemplo, el polen de la pera no es efectivo para que fructifique el ciruelo.

Varios investigadores observaron abejas individuales y encontraron que cada una de ellas visitó únicamente una pequeña extensión para colectar una carga de polen o néctar. Después de regresar a la colmena, la abeja volvió varias veces a la misma zona.

G. Bonnier marcó en un día todas las abejas que trabajaban en una franja de alforfón de 1 por 5 metros, y al día siguiente encontró allí sólo abejas marcadas. A. Minderhoud estudió una zona donde las abejas trabajan sobre trébol, diente de león y otras plantas. Después de marcar todas las abejas sobre superficies de aproximadamente un metro cuadrado, registró sus movimientos

sobre papel cuadriculado. Las abejas regresaron repetidamente al mismo cuadro o dentro de un radio de 10 metros alrededor de él. C. N. Buzzard observó que las abejas que trabajaban sobre *Cotoneaster horizontalis* sólo visitaron una superficie de 2 metros cuadrados. De 15 observaciones sobre abejas marcadas durante los cinco días siguientes concluyó que las mismas abejas volvieron a la misma mata y que sólo se extraviaban donde las ramas se entretejían.

Sardar Singh observó que las abejas melíferas en el Estado de Nueva York tenían preferencia por una pequeña superficie de trébol sueco, trébol de pie de pájaro, aster, diente de león, vara de oro, trébol blanco dulce y manzanas. Unas abejas se dedicaron totalmente a un solo manzano, repitiendo las visitas al mismo árbol. Otras abejas trabajaron entre árboles vecinos. La relación de los cambios observados de las abejas entre árboles a 3 metros de distancia a árboles de 5 metros de distancia fue de 2:1. Cinco abejas (de las 66 estudiadas) trabajaron en tres o cinco árboles.

En Inglaterra, C. G. Butler, E. P. Jeffree y H. Calmus encontraron que las superficies visitadas que tenían *Epilobium* fueron por lo general de menos de 5 metros de anchura. C. R. Ribbands demostró que abejas forrajeras que trabajaron en un jardín por cinco clases diferentes de flores por lo general se dedicaban a una zona particular donde se encontraba la vegetación más adecuada. El tamaño de la zona varió considerablemente. Observó que las abejas cambiaban la busca del polen de un sembrado por el néctar de otro, pero nunca al contrario.

Karl von Frisch refirió en varias publicaciones que las abejas exploradoras, después de localizar una fuente de polen o de néctar, transmiten a las otras abejas el punto donde se encuentra por un sistema intrincado de "danzas" ejecutadas dentro de la colonia.

Como las abejas forrajeras se dedican generalmente por una especie, las pelotitas de polen que recogen las abejas contienen por lo general sólo una clase de granos de polen. Pero A. D. Betts analizó en Inglaterra 915 cargas de polen y halló que el 3 por ciento eran mezclas. Solamente siete de las cargas mostraron una clara segregación de los granos en dos zonas separadas. Cuando se escogieron bolitas de polen obtenidas por medio de trampas en el oeste de los Estados Unidos, sólo unas pocas mezclas se encontraron entre miles de ellas.

Se supone que el agotamiento de una fuente de polen al avanzar el día puede ser un factor para buscar mezclas escogidas. Por ejemplo, la flor del dondiego de día de los huertos se abre al salir el sol y se cierra antes del mediodía, cuando el tiempo es asoleado y caliente. Por otro lado, el culantrillo *(Calandrinia ciliata)* se despliega antes de mediodía y alcanza su apogeo en las últimas horas calientes de la tarde. En este caso podría esperarse un cambio de la abeja parcialmente cargada de polen de dondiego de día al culantrillo. Evidentemente, colonias del mismo colmenar escogen fuentes diferentes de polen o visitan zonas distintas porque la provisión tomada con trampas a una colonia con frecuencia es distinta a la de otra.

La abundancia de polen o su agotamiento en una fuente puede influir mucho en la rapidez de la recolección. Se ha visto a muchas abejas coger cargas completas de polen de un solo amento de pistache. El número de visitas registrado a cabezas de diente de león para una carga de polen fluctuó de 8 a 100 cuando el diente de león escaseaba y las colonias eran numerosas. Ribbands registró 47 viajes de forrajeo de una abeja a flores de amapola Shirley durante un día, lo cual significa una recolección fácil y rápida.

Las patas de la abeja están adaptadas para la recolección de polen. La tibia frontal tiene una escobetilla sobre la superficie interna. La primera articulación tarsal está cubierta de pelos sueltos entre sí que forman una escobeta. En la base de la primera articulación tarsal existe un instrumento para el aseo de

las antenas. Las patas traseras de la obrera soportan los órganos con los que transporta dos grandes cargas de polen de las flores a la colmena. La superficie interior del gran segmento básico de los tarsos posteriores está cubierta con pelillos duros y puntiagudos dispuestos en hileras transversales. Se emplean particularmente para tomar el polen del tarso medio sosteniéndolo hasta que se deposita en la canasta del polen. El cuerpo de la abeja se cubre literalmente con granos de polen mientras se abre camino entre las anteras de las flores aun cuando busca néctar.

El néctar es un fluido dulce que secretan las flores. Se cree que su función es atraer a los insectos a las partes florales. Cuando un insecto toma el néctar de las flores su cuerpo se cubre de granos de polen, que más tarde transfiere a otras flores.

Los néctares de plantas distintas tienen un contenido de azúcar y un aroma variables. El resultado es la visita de diferentes clases de insectos a las diferentes plantas. El néctar de las flores de la piracanta *(Pyracantha)* evidentemente tiene poco atractivo para las abejas melíferas, aunque las corónidas se alimentan vorazmente con él. El olor peculiar puede influenciar a ambos insectos; esto es, que repele a uno y atrae al otro. Los escarabajos derméstidos son comunes en las flores del milenrama, pero rara vez se ve en ella una abeja melífera.

La concentración de azúcar del néctar es un factor importante en las visitas que las abejas hacen a las flores. El néctar de los naranjos tiene cerca del 16 por ciento de azúcar en el momento en que abren los pétalos. Durante los días húmedos, cuando el néctar continúa con esa concentración o se diluye con la humedad de la niebla que aparece a lo largo del cinturón costero de la parte sur de California, la abeja melífera no muestra mucho interés por él. Entonces recolecta solícitamente el escaso néctar de la mostaza, que tiene una concentración de azúcar mucho más alta. Cuando el día es suficientemente seco para evaporar el agua hasta elevar el contenido de azúcar al 25 por ciento recolectan el néctar del naranjo. Antes que la concentración aumente al 40 por ciento las abejas llegan a ser tantas que las flores se secan por la succión. Después, cuando las condiciones de humedad cambian de nuevo y la evaporación es pequeña, la actividad de las abejas en las flores de los naranjos cesa prácticamente.

En Davis, California, Estados Unidos, puede ser completamente ignorado el néctar del chabacano por algunos días, en tanto las abejas se ocupan de las flores del almendro. En este tiempo el néctar del chabacano tiene una concentración de azúcar de menos del 10 por ciento, en tanto que el del almendro tiene el 35 por ciento o más. Cuando sopla viento seco del Norte el néctar del chabacano pierde humedad con rapidez, y entonces también es recolectado por infinidad de abejas.

Como la concentración de azúcar del néctar afecta la actividad de la abeja, afecta también la polinización potencial. En las variedades de ciruela se ha encontrado una variación amplia en la calidad y cantidad del néctar y se ha observado que las abejas prefieren más unas variedades de ciruela que otras. Ocho variedades cultivadas en un mismo huerto en Davis tuvieron promedios en la concentración de azúcar del néctar que fluctuaron entre 10 y 28 por ciento. Otras tres variedades no tuvieron néctar que pudieran recolectar las abejas. La variedad Kelsey, muy poco prolífera, de Davis fue una de ellas.

Un grano de polen se parece algo a una semilla de un vegetal en que germina para emitir una especie de raicilla llamada tubo polínico. Desde el estigma de una flor el tubo atraviesa el estilo hasta el ovario, donde se efectúa la unión con el huevo. Cada semilla producida necesita un grano de polen

con su tubo polínico. En frutas con mucha semilla, como el melón, se deben adherir al estigma numerosos granos de polen. En una flor de almendro la fertilización puede obtenerse con un solo grano de polen.

Existen amplias referencias en la longitud del estilo de las flores y en el tiempo que emplea para crecer el tubo polínico. Un tubo polínico de alfalfa atraviesa el pistilo y entra en el óvulo en un día. En algunos robles el tiempo para crecer 3 milímetros es de casi un año. En el maíz autóctono la distancia del estigma, que se encuentra en la punta del cabello de la mazorca, hasta la unión del cabello con el grano joven, es de 30 centímetros o más, pero la fertilización se efectúa en pocos días. En este caso, el grano de polen lleva mucha materia alimenticia amilácea que hace posible la gran longitud que alcanza el tubo.

Los granos de polen de diferentes plantas varían mucho en tamaño, forma y estructura superficial. Unas flores producen abundante polen, que queda totalmente al descubierto. Otras producen cantidades pequeñas que están sólidamente encerradas. Estas diferencias afectan, sin duda, a su recolección por las abejas. El valor alimenticio también varía. Algunos granos de polen son evidentemente demasiado pegajosos para una fácil manipulación, en tanto que otros son demasiado secos. En cualquier caso, el polen atrapado indica la preferencia de las abejas por ciertos tipos. Por ejemplo, una trampa montada en un campo de algodón de California no dio polen de algodón, aunque abundaba en las plantas. En un huerto de almendros se recogió fácilmente una provisión grande de polen de almendros casi puro, no obstante la abundancia de flores silvestres. En una situación de escasez, las abejas llegarán a recoger un substituto del polen, como, por ejemplo, la masa seca de un comedero de pollitos. Se las ha observado también en un invernadero recoger pólenes de tomate y de remolacha, que, por lo general, desdeñan las abejas en el campo. El hábito bastante omnívoro de las abejas melíferas que recogen polen de muchas plantas, especialmente cuando apremia la necesidad de abastecerse, es completamente diferente del de otras muchas abejas, que necesitan una clase especial de polen.

Para un criador de plantas la variedad de polen y la semilla resultante dentro de la especie es un factor sobresaliente, como lo es también para la hibridación, e igualmente lo es para el agricultor en el caso de ciertas variedades autoestériles. En muchas frutas, como las manzanas, es necesario complemento casi completo de semillas para producir un fruto bien formado. Para los productores de algodón comercial el plumón es lo principal, pero también aquí es importante la producción de semilla por dos razones: la producción de plumón normal depende de las semillas fértiles, y esas semillas son la fuente del aceite de semilla de algodón.

Los productores de abejas para envíos usan las provisiones abundantes y tempranas de polen de los huertos de frutales caducos. Donde se ha establecido este negocio, muchas colonias se alquilan regularmente a los hortelanos. La posibilidad de obtener mucha miel de las flores de frutales caducos está limitada por su floración temprana. La calidad de esta miel es baja por lo regular: por ejemplo, la miel de almendra es amarga y la de durazno fermenta muy pronto.

Por otro lado, algunas de las especies de legumbres que florecen en verano, entre ellas el trébol sueco, el trébol blanco, el trébol dulce, la veza vellosa, el trébol pata de pájaro y la alfalfa, son fuentes de mieles de alta calidad. El trébol rojo no se considera, por lo común, como una fuente de miel en los Estados Unidos. Excepto la alfalfa, todas estas legumbres son medios para buenas fuentes de polen.

El abastecimiento principal de polinizadores en el país lo proporciona la industria agrícola. En el pasado, su volumen y extensión se basaban en gran parte en la habilidad del apicultor para hacer un modo de vida de la produc-

ción y venta de la miel. En los Estados Unidos existen cerca de 6 millones de colmenas: una tercera parte está en el Sur, otra al oeste del Mississippi y el resto en el Noroeste. Adecuadamente distribuido, el abastecimiento de polinizadores probablemente bastaría para satisfacer las necesidades de la agricultura. En zonas que tienen plantaciones concentradas de productos especiales, como árboles frutales caducos y legumbres de semilla pequeña, los agricultores tienen que recurrir a la industria apícola para satisfacer su gran necesidad de polinizadores en la época de floración. El mantenimiento de esa industria en una situación sana es indispensable para la economía de nuestra agricultura.

Una colmena y todas sus abejas pueden trasladarse rápidamente cerrando la entrada después de haber entrado por la noche las obreras del campo. Debe llevarse cuando menos a dos kilómetros de distancia de la antigua localización; de otra manera, muchas de las abejas volverían a ella y se perderían. En tiempo caluroso puede sustituir a la cubierta regular una tela de alambre para que tengan suficiente ventilación. Con frecuencia los apicultores comerciales trasladan las colmenas sin cerrar la entrada, pero un principiante nunca debe hacerlo.

Cuando se ha movido una colmena, las abejas se orientan volando cerca de la colmena hasta que se familiarizan con su nueva situación. El hábito puede utilizarse para la polinización. Las abejas llevadas a un huerto en tiempo de floración tienden a trabajar primero en los árboles más cercanos, pero con frecuencia es necesario trasladar las colmenas antes de la floración. Por ejemplo, un huerto de almendros en el Oeste puede estar intransitable desde que principian las lluvias de invierno hasta el final de la floración, al principio de la primavera. De ordinario las abejas se colocan en estos huertos después de la cosecha de otoño, porque las colmenas se trasladan en ese tiempo de los cauces de los ríos y de las montañas.

Es práctica corriente alquilar abejas comerciales para la polinización, durante la época de floración, en las zonas del país donde se cultivan frutales deciduos, especialmente manzanas, cerezas dulces y duraznos. Muchas de las colmenas utilizadas en esos huertos son locales, pero a veces es necesario trasladarlas desde grandes distancias. Por ejemplo, las abejas se trasladan desde lugares apartados hasta Wenatchee, Wash; Hood River, Oreg.; el Valle Shenandoah, en Virginia, y los distritos manzaneros de Pennsylvania. Con frecuencia las colmenas proceden de Estados circunvecinos.

El desarrollo de la industria de legumbres de semillas pequeñas desde 1945, ha demostrado la conveniencia de tener más abejas de las que existen normalmente. Las colmenas se alquilan y a menudo se llevan de lugares distantes. Al distrito semillero de los alrededores de Delta, Utah, con cerca de 15,000 hectáreas de alfalfa, se llevan cada año de 10,000 a 15,000 colmenas. La apicultura en esa zona no es factible en todo el año, y la mayoría de las colmenas se llevan al sur de California después de la temporada de la alfalfa, a una distancia de 800 kilómetros o más. Algunas colmenas se trasladaron a más de 1,600 kilómetros desde el sur de California a Colorado en 1950 para la polinización de alfalfa productora de semilla. Una cosa similar sucede en la zona del trébol para semilla en el Condado de Jefferson, Estado de Oregón, donde se cultiva una gran extensión y adonde se llevaron en 1950 unas de 15,000 colmenas. Muchas de las colmenas se llevaron del Valle de Sacramento, en California, a unos 800 kilómetros de distancia. Se necesitan ingresos considerables, ya de una buena cosecha de miel o del alquiler de las columnas, para cubrir los altos costos de esos traslados.

A menudo las abejas se trasladan en camiones en lotes de unas 100 colmenas de dos pisos: quizá 4 millones de polinizadores potenciales. El camión

se carga por la tarde y no se detiene hasta su destino. Al llegar a éste, las colonias se colocan en o cerca de los campos de cultivo.

Los productores de pepinos y otras plantas de invernadero necesitan la presencia de las abejas para la polinización. El negocio es bastante grande. En la producción de algunas semillas híbridas se usan jaulas con abejas. Las colonias se perjudican mucho tanto en los invernaderos como en las jaulas, y es necesario su reemplazo frecuente.

Cuando un apicultor alquila sus abejas para el servicio de polinización tiene que hacer frente a problemas especiales: gastos extras para el traslado y cuidado de las colmenas, escasez de alimento y envenenamiento por insecticidas. Ordinariamente no puede esperar cosecha de miel en los huertos, y poca o casi nada de miel excedente se obtiene por el gran número de colmenas utilizadas frecuentemente en la alfalfa. En ocasiones es hasta indispensable alimentar las colmenas. El agricultor debe estar seguro de que haya suficientes abejas en el período de floración para producir el máximo de fruta o de semilla. Las bolitas de polen recolectado por las abejas pueden obtenerse fácilmente con una trampa colectora de polen, que consiste en un enrejado que desprende el polen de las patas de las abejas al entrar en la colmena.

En la Estación Experimental Agrícola del Estado de California se han recolectado por este medio cantidades de polen de manzano, almendro, cerezo, durazno y pera. En períodos favorables el rendimiento por trampa es aproximadamente de un kilogramo por día. De una sola colonia se han obtenido más de 25 kilogramos en un año.

Las abejas añaden sustancias al polen para formar las pelotitas. Una de estas sustancias es azúcar —néctar o miel—, como lo muestra el más elevado contenido de ella en el polen recolectado por las abejas que en el polen recolectado a mano. La viabilidad del polen de los frutales deciduos obtenido de las pelotitas recién recolectadas por las abejas es alta, pero pierde rápidamente su poder germinativo a la temperatura del interior. Pero el polen recolectado a mano de las anteras permanece viable por más tiempo. La causa exacta de esta diferencia no se conoce.

Para probar la viabilidad del polen de pelotitas de abeja se puede mejorar la germinación dispersando las pelotitas en jarabe de azúcar de caña al 15 por ciento antes de su plantación en agar. Untando los granos dispersos sobre una placa, éstos se separan y pueden contarse fácilmente para determinar el proceso de germinación.

La vida viable del polen de las pelotitas de las abejas y del recolectado a mano se prolonga mucho cuando se almacena a bajas temperaturas. El polen de manzano obtenido de las pelotitas de las abejas, recogido de las trampas con intervalos de 30 minutos, conservó su alta viabilidad durante un año congelado con hielo seco y puesto en un congelador en 1949. Este polen se utilizó en la primavera de 1950 para la polinización a mano de las flores de manzano en el huerto donde había sido recolectado en 1949. Esta demostración de estabilidad asegura progresos futuros en el uso del polen recolectado por las abejas en la polinización artificial.

Algunos apicultores recolectan con trampas polen de las abejas y lo secan y almacenan para cuando escasee. El polen obtenido con trampas se envía en ocasiones de regiones con inviernos moderados a los Estados Unidos del Norte, donde los inviernos largos hacen necesaria la alimentación suplementaria. Quizá el polen colectado por las abejas puede ser también de valor para usos medicinales o como una fuente de vitaminas. La miel contiene numerosos granos de polen; la vieja creencia de que la miel es saludable puede basarse en ese hecho. Las pelotitas de polen pueden ser también beneficiosas en la alimenta-

ción de los pollitos. Creemos que debieran investigarse éstos y otros usos potenciales.

La polinización artificial controlada se ha usado por muchos años en el trabajo de fecundación y en los estudios para la determinación de las necesidades de polinización de nuestras plantas cultivadas. La práctica general es emascular las flores de la variedad madre, aplicar al estigma el polen deseado y cubrir las flores con bolsas para evitar que los insectos puedan llevar otra clase de polen. Muchas variedades superiores de frutales, hortalizas y productos del campo se han creado de esa manera. El método se ha usado también en la polinización de árboles forestales, particularmente pinos.

La polinización comercial a mano de la palma datilera se ha practicado desde tiempos remotos. Los racimos de flores masculinas o estaminadas —el espádice— se quitan de la palma datilera macho y se sacuden suavemente sobre los racimos de flores de la palma hembra.

L. H. MacDaniels y A. J. Heinicke sugirieron en 1929 usar la polinización a mano como un medio provisional en huertos de manzanos consistentes en macizos de variedades autoestériles. Pensaron también que esta clase de polinización podría dar resultados en años de condiciones desfavorables de tiempo aun en huertos de manzanos bien provistos de variedades polinizadoras. Poco después MacDaniels empleó el método sobre bases comerciales e inventó portadores para diluir el polen para uso más económico.

Por aquel tiempo el problema de la polinización se había agudizado en las zonas de Washington productoras de manzanas, debido al intenso programa de aspersiones que prácticamente eliminaba a los insectos polinizadores y a la eliminación de las variedades menos rendidoras en favor de la *Delicious* y *Winesaps*, ambas autoestériles. La Winesaps produce polen no viable en su mayor parte y, por tanto, es un polinizador inefectivo para la Delicious.

Los productores de manzanas de Washington adoptaron rápidamente los métodos sugeridos por MacDaniels y Heinicke. En 1937 centenares de hectáreas de Delicious fueron polinizadas a mano en los distritos de Wenatchee y Yakima. Más recientemente, la tendencia ha sido proveer medios de polinización cruzada por insectos, injertando sobre algunos árboles Winesap y Delicious variedades para polinizar, plantando entre líneas árboles polinizadores y proveyéndose de más abejas. La mayoría de los productores están ahora seguros de que sus nuevas plantaciones contienen suficientes variedades polinizadoras.

El polen para la polinización a mano se obtiene recogiendo flores de una variedad conocida como buena polinizadora para la variedad de que se trate y quitándoles las anteras restregando las flores sobre una tela metálica de 8 puntos. Las flores deben recogerse cuando la mayoría de ellas estén en la fase de botón, precisamente antes de que se abran los pétalos. El polen se puede curar poniendo las anteras en bandejas de poco fondo a temperatura de interior por dos días aproximadamente. El polen curado debe colocarse en frascos tapados con algodón y puestos en un lugar seco y frío hasta que se use.

Para diluir el polen se han utilizado materiales como esporas de licopodio, harina de trigo, almidón de maíz, albúmina de huevo y leche en polvo, con objeto de reducir el costo de la polinización a mano. En general, las esporas de licopodio han resultado el portador más satisfactorio, aunque las pruebas han demostrado un futuro prometedor para la leche en polvo y la albúmina de huevo, que tienen un costo menor que el licopodio.

Para polinizar a mano un manzano en buena floración la práctica usual es tocar los estigmas de una flor en cada cuatro o cinco racimos. Pueden usarse una brocha de cerda del número 4, la goma de borrar de un lápiz, un corcho o el dedo desnudo. El polen puede aplicarse de 1 a 3 días después de abierta la flor, porque las flores no tienen poder receptivo prolongado a la poliniza-

ción cuando las puntas de los estilos toman un color pardo. Un operador hábil puede polinizar un manzano de 20 años en una hora aproximadamente. Llevaría mucho más tiempo polinizar a mano un árbol frutal como el cerezo dulce, en que debe fructificar un porcentaje mucho mayor de flores para dar una cosecha comercial.

Aparte de cómo se obtiene el polen o cuánto se debe diluir, la polinización a mano es laboriosa y costosa, especialmente si se toma en cuenta el costo relativamente bajo de la polinización con abejas. Un argumento en favor de la polinización a mano, donde no se puede disponer de agentes polinizadores naturales, es que reduce mucho la cantidad de fruta entresacada necesaria para conseguir un buen tamaño. Pero según John C. Snyder la idea de reducir los costos de la entresaca no justifica el uso permanente de la polinización a mano como substituto de las variedades polinizadoras y de las abejas melíferas.

Se han ideado y probado muchos métodos para ahorrar trabajo en la aplicación de polen. Mezclas en polvo y líquidas de polen se han aplicado con aeroplanos, con aspersores corrientes y equipos de espolvoreo. Para la rápida distribución del polen se han usado bombas y cartuchos de escopeta llenos de polen. Pero en pruebas experimentales controladas, dirigidas por R. M. Bullock y F. L. Overley, estos métodos rápidos no produjeron aumentos importantes en la producción de fruta, y concluyeron que la polinización a mano es el método más satisfactorio de polinización artificial.

Un método semiartificial de polinización cruzada incluye artefactos para colocar polen y destinarlos a obligar a las abejas melíferas a pasar a través del polen preparado cuando salen de la colmena. La idea es que las abejas recojan el polen y lo esparzan por el huerto. Overley y W. J. O'Neill probaron dos tipos de artefactos para colocar polen y dijeron que su valor era muy discutible.

Durante el año 1951 suministramos colmenas de abejas con aparatos, para colocar polen para almendros y cerezos dulces, que fueron cubiertos para excluir cualquier insecto. Solamente se logró un poco de fruta, aunque se proveyó a los aparatos de polen viable durante el período de floración y las abejas trabajaron activamente sobre las flores. Se obtuvieron grupos de frutas satisfactorias en las ramas de los mismos árboles a las que se aplicó el mismo polen a mano.

Recolectando polen a mano una persona puede cosechar habitualmente sólo suficientes anteras verdes de flores de frutales para producir de 84 a 140 gramos de polen curado en una jornada de trabajo de 8 horas. Pero polen recolectado por abejas se puede obtener fácilmente en cantidades casi ilimitadas usando trampas para polen. Las pelotitas de polen de las especies de frutales comunes se distinguen fácilmente por su color. Aunque todas las abejas de una colonia no visitan las mismas especies, se puede obtener una muestra casi pura por selección cuidadosa de la hora y el lugar de colocación de la trampa.

Los experimentos en Davis, California, Estados Unidos, en el año de 1948, revelaron que el porcentaje de viabilidad de las pelotitas de polen recién atrapadas es aproximadamente el mismo del polen recogido a mano. Dio también frutas que podían compararse favorablemente con las conseguidas con polen recogido a mano cuando se aplicaba con brochas pequeñas. La dilución del polen de las abejas con una cantidad igual de esporas de licopodio apenas redujo la producción de fruta. Aunque la viabilidad de este polen se pierde rápidamente a la temperatura del interior, puede mantenerse por algunos días en bodegas corrientes con una temperatura de 0°, y por un período mucho más largo a temperaturas extremadamente bajas. Por tanto, si se maneja adecuadamente, el polen de las pelotitas recién atrapadas de las abejas puede servir lo mismo que el polen recogido a mano en la polinización manual.

Han sido probados varios métodos de aplicación rápida de las bolitas de

polen. Se han dispersado en agua y en soluciones de sal y azúcar. Las mixturas resultantes se han asperjado sobre almendros, cerezos dulces, duraznos, manzanos y perales. Las diversas pelotitas de polen también se han aplicado en polvo después de mezclarlas con diversos polvos portadores. Hasta ahora no se han obtenido cosechas comerciales de fruta con estos métodos rápidos de aplicación. J. C. Kremer sugirió que el polen recolectado por las abejas de las variedades de manzano de floración temprana podría mezclarse con esporas de licopodio y almacenarse en un lugar seco a 1.1° hasta 2.2°. La mixtura podría usarse más tarde en los artefactos colocados a la entrada de la colmena para la polinización cruzada de variedades que florecen más avanzada la primavera. En Davis, este método no produjo fruta satisfactoria cuando se probó en almendros y cerezos dulces enjaulados durante el período de floración de 1951.

Se necesitan muchas más cosas para obtener resultados en la polinización que un abastecimiento suficiente de abejas. Las flores deben ser atractivas para los distribuidores de polen, ya sea por el polen o por el néctar. Para obtener mejores resultados, la floración específica debe ser más atractiva que sus competidoras. Para las variedades autoestériles se deben de tener a mano fuentes compatibles de polen. En la producción de semillas de variedades machos estériles puede decirse lo mismo. Las variedades proveedoras de polen y las que lo necesitan deben de florear al mismo tiempo. Después de haber tenido en cuenta todos los demás factores, el mal tiempo puede causar fallas, impidiendo la actividad de los insectos. Algunos de esos factores se mencionan en los párrafos siguientes acerca de ciertas plantas que necesitan la ayuda de los insectos para la polinización.

Muchas variedades de frutas comerciales se propagan asexualmente. Por esta razón, desde el punto de vista de la polinización, un huerto con una sola variedad es un solo árbol, por así decirlo. La autoesterilidad en estos casos crea un problema de polinización que necesita consideración especial en la plantación de un huerto.

El almendro es un ejemplo interesante de autoesterilidad. En 1853 se plantaron almendros en California, pero los rendimientos de los primeros huertos fueron reducidos y variables. La falla eventual de las primeras plantaciones se debió en gran parte al desconocimiento de las necesidades de la polinización y otros factores de buen cultivo. En 1952 California tenía 50,000 hectáreas de almendros. De acuerdo con W. P. Tufts, el problema de la polinización con el almendro fue reconocido y registrado ya en 1885, cuando A. T. Hatch, de Suisun, notó que los árboles de Languedoc que crecían cerca de semilleros siempre producían cosechas más abundantes que los plantados en conjuntos aislados. La única explicación plausible de los muchos ejemplos de falla de las cosechas era la falta de polinización cruzada. Los primeros estudios de Tufts señalaron la autoincompatibilidad de algunas variedades. Las investigaciones ulteriores mostraron que todas las variedades eran autoestériles y que algunas parejas de variedades no eran compatibles. Por ejemplo, son pares incompatibles la Nonpareil y la I. X. L., la Languedoc y la Texas y la Jordanolo y la Harpareil. Por esta razón, las combinaciones de esas variedades deben plantarse sin poner un polinizador con ellas.

La recomendación final era plantar las variedades apropiadas con referencia específica a las necesidades sobre la polinización.

Los almendros pueden florecer desde fines de enero hasta fines de marzo. Se clasifican como tempranos y tardíos de acuerdo con el tiempo de floración. La lista siguiente de variedades en la sucesión habitual da floración desde las más tempranas hasta las más tardías (la Nonpareil se incluye en ambos grupos porque ocupa una posición media): *Tempranas:* Harriott, Jordanolo, Jordan,

Ne Plus Ultra, Harpareil, King, California, Lewelling, I. X. L., Peerless, Princess y Nonpareil. *Tardías:* Nonpareil, Drake, Eureka, Languedoc, Texas y Reams.

Excepto los ejemplos que hemos señalado de incompatibilidad, cualquiera de las variedades registradas como tempranas o tardías servirán por lo común como un polinizador satisfactorio para cualquiera otra variedad de la misma lista. Los períodos de floración de las variedades de floración muy temprana, como la Harriott y la Jordanolo, no se superponen lo suficiente en algunas estaciones para asegurar una polinización cruzada satisfactoria con la Nonpareil. Muchos cultivadores de almendros han plantado únicamente Jordanolo y Nonpareil por su mayor valor comercial. Sin embargo, desde el punto de vista de la polinización, esa combinación no da buenos resultados.

Debido a que los almendros florecen temprano, cuando el tiempo quizá es demasiado frío para la máxima actividad de los insectos, se necesitan más abejas y más árboles de la variedad polinizadora que para los frutales de floración más tardía. Debiera haber cuando menos una hilera de polinizadores por cada tres hileras de la variedad principal. En estaciones adversas sería remunerador tener dos hileras de la variedad principal y dos hileras de polinizadores. Debiera disponerse de colonias grandes de abejas por hectárea.

Casi todas las variedades de peras europeas son autoestériles. Unas pocas (Doyenné du Comice, Flemish Beauty, Beurré Hardy, Howell) suelen ser autofértiles, pero aun éstas producirán en general mejores cosechas cuando la polinización es cruzada. En algunas localidades de California, la Bartlett, la Colonel Wilder, la Beurré d'Anjou, la Seckel y la Beurré Clairgeau, pueden fluctuar en algunos años desde parcial hasta completamente autofértiles.

La Bartlett (o Williams' Bon Chrétien) es una variedad ampliamente cultivada. California tenía en 1952 más de 18,000 hectáreas de Bartletts. En el Este es autoestéril. Se dice que la Bartlett suele ser autofértil en las condiciones del valle interior y de la costa de California; pero en las faldas de Sierra Nevada no debiera sembrarse sin polinizadores. La polinización cruzada a mano ha dado cosechas mucho mayores que la autopolinización o la polinización abierta (natural), independientemente de la localización o de que los árboles estuvieran plantados en conjuntos homogéneos o provistos de polinizadores.

Excepto para algunas variedades de floración muy temprana o muy tardía, los períodos de floración de la mayor parte de los perales comúnmente cultivados se recubren bastante bien para la polinización cruzada. La Bartlett tiene un largo período de floración a media estación que se entrecruza con los de casi todas las otras variedades importantes, con la posible excepción de las variedades muy tempranas, como la Le Conte, la Forelle, la Kieffer y la Clairgeau.

La Winter Nelis resultó ser el polinizador más satisfactorio para la Bartlett en casi todas las condiciones que ofrece California. En el Este y el Noroeste la Bartlett florece algunos días antes que la Winter Nelis. Sin embargo, en California, después de los inviernos más calientes, el período de floración de la Winter Nelis puede haber pasado antes de que la floración de la Bertlett haya empezado.

Las abejas melíferas que recolectan néctar por lo general prefieren flores de otras plantas a las del peral. Esto es sin duda porque algunas flores de peral contienen cantidades relativamente pequeñas de néctar, pobre en azúcar. Las abejas trabajan en las flores de peral por el polen, que producen en abundancia casi todas las variedades. Por esta razón, si la concentración de abejas es suficiente, la polinización cruzada será sin duda efectiva en huertos que tengan bastantes variedades polinizadoras. Los hortelanos que desean una fructificación más abundante probablemente debieran tener dos o tres colonias de abejas en vez de una, como suele recomendarse.

Casi todos los perales comercialmente importantes de los Estados Unidos

producen polen viable, y se realizará eficazmente la polinización cruzada entre ellos. Solamente la combinación de Bartlett y Seckel ha resultado incompatible. Se han registrado otras combinaciones de infertilidad entre variedades estrechamente emparentadas. Algunas variedades europeas producen polen que en su mayor parte no es viable y, por tanto, no se pueden usar como polinizadores.

Hay tres grupos de cerezas: las cerezas dulces, las cerezas agrias o para pastel y las cerezas Duke, que son híbridas de las otras dos.

La mayoría de las cerezas dulces que se cultivan en los Estados Unidos se producen en los Estados de la costa del Pacífico. California produce el mayor volumen de la cosecha. Pequeñas plantaciones comerciales de cerezas agrias se encuentran en el oeste de Oregon y en Washington, aunque la producción principal se encuentra en el Nordeste. Las variedades Duke son de poca importancia comercial en todos los lugares del país.

Todas las variedades de cerezas dulces son autoinfértiles, por lo que es necesaria la polinización cruzada para que rindan buenas cosechas. No todas las combinaciones de variedades son fértiles. Ejemplo de combinaciones de variedades que son incompatibles, y por esta razón no producen cosechas cuando se siembran juntas (excepto si se plantan otras variedades polinizadoras efectivas), son: Early Purple y Rockport; Advance y Rockport; Windsor y Abundance; Napoleon (Royal Ann), Bing, y Lambert; Black Tartarian, Knight's Early Black y Early Rivers. (Algunas clases de Black Tartarian pueden ser fértiles con la Knight's Early Blac y Early Rivers.)

Todas las variedades importantes de cerezas dulces producen polen bueno y viable. Por tanto, la mayoría de las combinaciones pueden ser fértiles si sus períodos de floración se recubren o entrecruzan suficientemente.

En cuanto a la polinización, existen linajes evidentemente diferentes de ciertas variedades de cerezas, quizá porque los semilleros que existen ahora son tan similares a las variedades originales, que no pueden distinguirse de sus padres. Por esta razón pueden seleccionarse árboles de linajes que se sabe que pueden fertilizar la variedad deseada.

Las variedades florecen en tiempos distintos. Deben seleccionarse variedades que tengan períodos de floración que se entrecrucen y sean fértiles. El período medio de floración para la mayoría de las cerezas dulces es de unas dos semanas. Las condiciones del tiempo, inmediatamente antes de la floración y durante ella, influencian marcadamente la duración del período para florear, así como las fechas de la misma, pero las variedades guardan aproximadamente el mismo orden de floración en cada temporada. Una lista de la mayor parte de las variedades cultivadas en California en el orden cronológico de su floración es: *Tempranas:* Burbank, Chapman, California Advance, Black Heart, Knight's Early Black, Early Purple Guigne, Black Republican y Black Tartarian. *Tardías:* Napoleón (Royal Ann), Windsor, Parkhill, Early Rivers, Rockport, Bing, Pontiac, Abundance, Bush Tartarian, Noir de Schmidt, Giant, Lambert, Saylor, Long Stem Bing, Gil Peck y Deacon.

Los períodos de floración de las variedades dentro de cada uno de estos grupos generalmente coinciden con bastante exactitud para la polinización cruzada efectiva. Los períodos de floración de la Black Tartarian y Black Republican generalmente se recubren o traslapan bastante bien con los del grupo tardío para que se realice satisfactoriamente una transferencia cruzada de polen.

En el Este los períodos de floración de las variedades principales generalmente coinciden bastante bien para la polinización cruzada.

En general, solamente las cerezas dulces debieran plantarse para la polinización cruzada de las cerezas dulces. Por lo regular las cerezas agrias florecen demasiado tarde para que sean polinizadores satisfactorios de las cerezas dulces, y son bajos los porcentajes de fructificación. Las cerezas Duke no son poliniza-

dores satisfactorios para las cerezas dulces, aunque los períodos de floración de las cerezas Duke coincida con los de las cerezas dulces tardías.

Las variedades comercialmente importantes de cerezas agrias (Early Richmond, Montmorency, Dyehouse, y el grupo Morello) son autofértiles si se dispone de suficientes insectos polinizadores. Sin embargo, pueden esperarse mejores cosechas si un huerto de cerezas agrias contiene más de una variedad. Casi cualquier variedad de cereza agria sirve como polinizador efectivo para las otras variedades agrias. Las cerezas dulces de floración tardía también efectuarán satisfactoriamente la polinización cruzada de las variedades agrias si se recubren bastante sus períodos de floración. El polen de las cerezas Duke no da, por lo regular, cosechas satisfactorias de fruta en cerezas agrias.

Algunas de las variedades de la Duke, tales como la Royal Duke y la May Duke, pueden ser parcialmente autofértiles, pero la polinización cruzada es esencial para cosechas comerciales. Las cerezas Duke darán por lo general mayores cosechas cuando hay polinización cruzada con cerezas dulces o agrias que cuando otras variedades Duke se usan como polinizadores de ellas. El polen de las cerezas Duke da bajos porcentajes de germinación en las pruebas de laboratorio. La reducida viabilidad de su polen indudablemente explica por qué las cerezas Duke son malos polinizadores para las cerezas dulces o agrias, así como también para otras Dukes. Las cerezas dulces incluidas en el grupo de las de floración tardía son polinizadores satisfactorios para las cerezas Duke de floración temprana, como la Olivet, Reine Hortense y May Duke. Pero las variedades de cereza agria pueden servir mejor como polinizadores para las Dukes de floración tardía: Late Duke, Royal Duke y Abesse d'Oignies.

El tener colmenas de abejas melíferas en el huerto casero de manzanos fue práctica común aun antes de que se inventara la colmena de bastidores movibles. La necesidad de la polinización cruzada no se advirtió, sin embargo, hasta que los agricultores principiaron a uniformar y a limitar sus huertos a unas cuantas variedades. Sin duda la disminución de la actividad de los insectos polinizadores silvestres nativos fue también otro factor.

Algunas variedades (Baldwin, Early Harvest, Grimes Golden, Oldenburg, Rome Beauty, Wealthy, Yellow Transparent y Yellow Newtown) se consideran como autofértiles en ciertas condiciones favorables. Algunas otras (Ben Davis, Esopus Spitzenburg, Golden Delicious, Jonathan, Red Astrachan, Wagener y York Imperial) producen cantidades variables de cosechas comerciales cuando se autopolinizan. Sin embargo, se está de acuerdo, por lo general, en que debieran interplantarse todas las variedades, y que poniendo entre ellas abejas melíferas durante los períodos de floración producirán buenas cosechas.

Las siguientes variedades son polinizadores extraordinariamente buenos y por lo general producen excelentes rendimientos de fruta sobre la mayor parte de las otras variedades: Ben Davis, Delicious, Fameuse, Golden Delicious, Grimes Golden, Jonathan, McIntosh, Northern Spy, Rome Beauty, Wagener, Wealthy, Winter Banana, Yellow Transparent y York Imperial.

Otras, entre ellas las Arkansas, Baldwin, Gravenstein, Rhode Island Greening, Stark, Stayman Winesap, Thompkins King y Winesap, la mayoría del polen que producen es infértil y consecuentemente no sirven para la polinización cruzada.

Otras muchas variedades comerciales cultivadas en este país sirven por lo regular como polinizadores satisfactorios.

Las combinaciones interinfértiles son raras excepto entre variedades estrechamente emparentadas y las que producen polen infértil. Las variedades progenitoras son ineficaces para la polinización cruzada por sus anormalidades de color o mutaciones de yema, y las mutaciones a su vez no tienen ningún valor para la polinización cruzada en la variedad original. Por ejemplo, la Delicious

es incompatible con cualquiera de sus variantes en color, como la Redwin, Richared, Starking y Shotwell Delicious.

Una excepción es la Grimes Golden, que es inefectiva como polinizador para la Arkansas, pero un excelente polinizador para otras variedades. Es de suponer que no tiene parentesco con la Arkansas.

De acuerdo con la evidencia presente, basada fundamentalmente sobre observaciones en huertos, las mutaciones en color de las variedades de manzana tienen las mismas necesidades de polinización y el mismo valor para la polinización cruzada que sus variedades progenitoras.

Los períodos de floración de dos variedades deben traslaparse para que se realice la polinización cruzada. Según W. H. Chandler y otros, los manzanos necesitan más fresco antes de que se abran sus yemas en la primavera que la mayoría de los otros frutales. Los inviernos moderados pueden ampliar los períodos entre las fechas de floración. Sin embargo, por lo general, el orden relativo de floración es el mismo para determinada localidad. Las temperaturas altas de primavera que siguen a inviernos suficientemente fríos para satisfacer las necesidades de enfriamiento tienden a acortar los períodos de floración de todas las variedades. En esas condiciones, todas las variedades, excepto las muy tempranas y las muy tardías, se traslapan lo suficiente para la polinización. Por otro lado, el tiempo frío en primavera tenderá a hacer que se separen mucho más los períodos de floración entre las variedades tempranas y tardías. Sin embargo, en la mayor parte de los años las variedades de media estación pueden traslaparse con las de floración temprana y tardía lo suficiente para proporcionar una cantidad suficiente de polen.

Las necesidades de polinización de las ciruelas se estudiaron en la Estación Experimental Agrícola de California durante más de 40 años. A partir de 1916, A. H. Hendrickson hizo una serie de informes mostrando la autoesterilidad de muchas variedades de ciruelas europeas y japonesas. También demostró que las abejas son indispensables en los huertos de ciruelas para producir cosechas comerciales, aunque las variedades sean altamente autofértiles. Desde entonces, los trabajos realizados en Inglaterra, Nueva York, Michigan y California han demostrado que las ciruelas europeas pueden clasificarse como habitualmente autofértiles, parcialmente autofértiles y autoinfértiles. Las variedades autoinfértiles exceden en número a las que pueden ser consideradas como parcial o completamente autofértiles. Por lo visto no existen pares o grupos incompatibles de variedades de ciruelas europeas entre las cultivadas comercialmente en los Estados Unidos. Debido a que la mayor parte de las variedades produce un porcentaje alto de polen viable, cualquier variedad puede ser efectiva en la polinización cruzada de otra, siempre que sus temporadas de florecimiento coincidan durante suficiente tiempo.

El período de floración de las ciruelas europeas en el Este hace que por lo general coincida lo suficiente para que se efectúe la polinización cruzada. En California las variedades se clasifican como de floración temprana o tardía.

La mayor parte de las ciruelas japonesas son autoinfértiles. Unas cuantas variedades, tales como la Beauty, Climax, Methley, Red Rosa y Santa Rosa, son en parte autofértiles, pero, como las otras, estas cinco variedades producirán en general mucho mejores cosechas interplantándolas con otras variedades para la polinización cruzada. Algunas de las variedades japonesas de floración temprana son deficientes en la producción de polen, y varias producen polen de viabilidad reducida. Otras variedades, como la Burbank, Duarte, Elephant Heart, Red Rosa, Redhart, Santa Rosa y Wickson, son polinizadores satisfactorios. El período de floración de la Tragedy, una ciruela europea, coincide con algunas de las variedades japonesas tardías. La Tragedy es también un polinizador moderadamente efectivo para algunos ciruelos japoneses, pero no fructifica con la

polinización cruzada por aquéllas. Ciertos ciruelos americanos son también polinizadores efectivos para algunas variedades japonesas.

La necesidad de encontrar un polinizador específico se acentúa en el caso de la Elephant Heart. Esta variedad es atractiva y una de las ciruelas japonesas más grandes. Es de alta calidad y resiste bien el transporte. Indudablemente podría ser una importante ciruela tardía a no ser por sus hábitos tímidos de fructificación. Entre 1936 y 1948, los trabajadores de la estación de California probaron 21 variedades como polinizadores para la Elephant Heart. Finalmente, en 1948, la Myrobalan 5Q, una Myrobalan seleccionada de semillero y una de las 47 variedades de polen probado como polinizador para la Elephant Heart aquel año, produjo una cosecha satisfactoria. Vastas pruebas efectuadas en 1949 demostraron que la Elephant Heart puede producir grandes cosechas con esta fuente de polinización cruzada. Pero la fruta de la Myrobalan 5Q no tiene valor comercial y continúa la búsqueda de un polinizador adecuado. En 1950 se descubrió que una nueva variedad japonesa prometedora, la Redheart, producida en el trabajo de hibridación, también hace que la Elephant Heart produzca abundantes cosechas.

La producción de semilla es la meta de la polinización de las legumbres. Las legumbres más familiares de semillas grandes, como los chícharos y los frijoles, por lo regular se autopolinizan, pero muchas de las de semillas pequeñas necesitan la polinización de los insectos. Aun con las legumbres autofértiles es conveniente la polinización cruzada, porque el resultado es un vigor mucho más grande. Las plantas de semillero en un campo de legumbres tienen una herencia mixta; esto es ideal para un cruzamiento verdadero y es diferente de los árboles de huerto, que se propagan asexualmente.

Algunas especies de legumbres autofértiles necesitan que los insectos liberen la columna estamínica antes de producir semilla. En el proceso, la polinización cruzada se efectúa rápidamente. Un huerto presenta un número relativamente pequeño de flores, y solamente algunas de ellas son necesarias para dar una cosecha comercial. Pero un campo de legumbres tiene un número de flores enorme, y es deseable conseguir el mayor número posible de silicuas. El horticultor puede realizar su propósito con dos colonias de abejas por hectárea, pero en algunos campos de legumbres se necesitan diez o más colonias para conseguir máximos rendimientos.

La alfalfa se ha convertido en nuestro principal cultivo de forraje leguminoso. Variedades adaptadas se cultivan extensamente aún en el Medio Oeste, donde fallaron los primeros esfuerzos para producirla. Los Estados situados entre montañas, particularmente Utah, solían ser los productores importantes de semilla de alfalfa. Pero desde 1925 sus rendimientos decayeron gradualmente de 576 a 720 litros por hectárea a unos 72 litros. Quizá fueron un factor los insectos dañinos, pero se considera que una de las causas principales fue la reducción del número de abejas silvestres.

Para producir cosechas grandes la alfalfa necesita la danza (para hacer que el pistilo salga de la quilla) y la polinización cruzada de los insectos. Las abejas silvestres nativas, en especial las cortahojas y las álcalis, tenían la alfalfa como fuente favorita de polen y néctar; en los lugares donde aún abundan, la salida del pistilo se produce rápidamente y los rendimientos de semilla se mantienen altos.

Por regla general, los colectores de polen son más eficaces para liberar el pistilo que los colectores de néctar. La presencia de fuentes de polen más fáciles de trabajar dentro del radio de vuelo, como la mostaza, el trébol dulce, el trébol pata de pájaro y el cardo estrella, atrae a las abejas colectoras de polen desviándolas de la alfalfa. Por ejemplo, el polen recogido con trampas en el Va-

lle de Chache, en Utah, donde existen otras fuentes buenas de polen, no contenía nada de polen de alfalfa o contenía muy poco. En Delta. Utah, donde las fuentes más atractivas de polen eran limitadas, se obtuvo una proporción más alta de polen de alfalfa en las trampas.

El uso de abejas melíferas para polinizar las flores de la alfalfa se ha desarrollado mucho. California, que tiene muchas colonias de abejas, ha incrementado mucho la producción de semilla de alfalfa. El Estado produjo en 1949 7.5 millones de kilogramos; muchas cosechas fueron de 250 a 500 kilogramos o más de semilla por hectárea. La cosecha de 1950 fue de 16.5 millones de kilogramos. Un estudio realizado por los trabajadores de la Estación Agrícola Experimental indicó que no era excepcional un rendimiento de 80 a 100 kilogramos de semilla por hectárea y por colonia de abejas. En un caso, un campo de 66 hectáreas fue dotado de 10 a 12 colonias de abejas por hectárea en la época de floración. Se inspeccionó diariamente durante 2 meses. Casi no se vieron abejas silvestres. Las abejas melíferas colectaron poco polen, en tanto que fueron numerosas las abejas que colectaron néctar. El campo produjo 450 kilos de semilla limpia por hectárea. La liberación de pistilos fue constante pero relativamente lenta en comparación con la rapidez con que la realizaron las abejas silvestres o las abejas melíferas recolectoras de polen, como se advirtió en algunas zonas favorecidas de otros Estados.

En los primeros años las abejas solían colocarse en grandes colmenares fuera de los campos que se trataba de polinizar. Se ha venido generalizando la práctica de esparcir las colonias en pequeños colmenares a lo largo de sendas que cruzan el campo. En 1949 y 1950 los experimentos de campo revelaron un aumento en la proporción de pistilos liberados alrededor de los grupos de colonias recién establecidos, lo que indica la superioridad del nuevo procedimiento.

Hasta hace poco la abeja melífera no se ha considerado como un polinizador eficaz para el trébol rojo porque las mediciones demostraron que la longitud del tubo de la corola de la florecilla excede a la longitud de la lengua de las abejas. A los abejorros, cuya lengua es más larga, se les atribuyó con frecuencia el mérito de ser los polinizadores más importantes del trébol rojo, porque colectan polen y néctar de esta planta prefiriéndola a otras muchas. Si los abejorros son numerosos, no hay mayor dificultad para obtener una cosecha abundante de semilla, pero en muchas zonas van escaseando.

W. E. Dunham informó que de los insectos a los que se debía la polinización hace algunos años en el Estado de Ohío, el 82 por ciento eran abejas melíferas, el 15 por ciento abejorros y el 3 por ciento otros insectos. Se dice que una hectárea de trébol rojo tiene algo así como 432 millones de florecillas. Una abeja emplea cerca de 30 minutos en visitar 346 florecillas para tomar una carga de polen.

R. G. Richmond demostró en Colorado que el trébol rojo encerrado con abejas produjo en dicho Estado 61.5 semillas por cabeza floral, y sólo 0.49 semillas por cabeza cuando se excluían los insectos polinizadores, y afirmó que el primer corte de trébol rojo producía una buena cosecha de semilla cuando las condiciones atraían a las abejas melíferas.

Un campo de 13.5 hectáreas con trébol rojo Kenland, en el Valle de Sacramento, produjo 616 kilogramos de semilla limpia por hectárea en 1950. El campo se sembró en primavera y no se segó heno. En un campo vecino se sembró una extensa superficie de alfalfa para semilla. Las colonias de abejas melíferas se distribuyeron en grupos por todos los campos. El agricultor notificó que las abejas trabajaron igualmente bien en ambos cultivos.

La polinización del trébol rojo la realizan las abejas melíferas en la forma siguiente: la abeja se aproxima a la florecilla sobre la quilla y empuja la cabeza hacia abajo, precisamente entre la quilla y el pétalo mayor. Los pares de patas

delanteros y medios agarran las alas de la florecilla y tiran de ellas para soltarlas, así como la quilla, del pétalo principal, realizándose la liberación del pistilo en esta forma. Esta liberación deja al descubierto el estigma y las anteras, que tocan a la abeja por el lado inferior de la cabeza en que ésta se articula con el tórax. En esta forma el polen es acumulado y llevado a la flor siguiente.

El trébol blanco también necesita la polinización por insectos para producir semilla. Las distintas variedades, entre ellas la British, la Dutch y la Ladino, las trabajan espontáneamente las abejas. En los Estados centrales del Norte y del Noroeste, el trébol blanco es la fuente principal de miel, pero el trébol ladino (blanco gigante) de Italia no iguala al trébol Dutch (blanco pequeño) en la producción de miel. Los campos para semilla deben sembrarse lo suficientemente separados para que las abejas no puedan volar del uno al otro, ya que estos dos tipos de trébol se cruzan con facilidad.

H. A. Scullen cosecho en Oregón 300 semillas de una muestra de 100 cabezas de ladino metidas en jaulas para que no pudieran llegar a ellas; 100 cabezas no protegidas rindieron 14,000 semillas. En Thornton, California, donde se usaron 6 colonias por hectárea para polinizar alfalfa y trébol rojo, el rendimiento medio de las cabezas de las plantas de ladino dispersas fue de 276 semillas por cabeza, o sea un total de 27,600 semillas en 100 cabezas.

Los tréboles dulces que se siembran en los Estados Unidos incluyen muchas variedades, tanto amarillas como blancas. Algunas son autopolinizadoras y autofértiles; otras son autofértiles, pero necesitan ser polinizadas por insectos, y otras son autoestériles y necesitan polinización cruzada. Como fuente de néctar y polen el trébol dulce es muy atractivo para las abejas melíferas. La variación entre plantas se aumenta por la polinización cruzada, realizada por el gran número de abejas que visitan las plantas. Se ha demostrado muchas veces que se obtienen mayores rendimientos de semilla del trébol dulce colocando cuando menos dos colonias de abejas por hectárea.

El trébol rojo es, de los tréboles verdaderos, el que da la cosecha anual más importante de invierno en los Estados Unidos. Las distintas variedades son autofértiles, pero sus flores no liberan por sí mismas los pistilos, por lo que es indispensable la visita de insectos para levantar cosechas abundantes de semilla. Los productores de semilla de trébol Crimson se han venido dando cuenta cada vez más clara de los beneficios que obtienen colocando en sus campos colonias de abejas melíferas.

Las observaciones en la parte baja del Valle de Sacramento demostraron que se necesitan pocas abejas relativamente para la polinización de todas las florecillas de trébol Ladino en comparación con el número necesario para la polinización de alfalfa. Los nuevos botones florales no abren sino hasta media mañana, y en una tarde una concentración de dos o tres abejas por metro cuadrado los puede trabajar todos en viajes repetidos. Después de la polinización, las florecillas se dan la vuelta sobre el tallo y permanecen cerradas desde el anochecer. Durante las 3 ó 6 horas que siguen a la apertura de los botones, la flor no secreta néctar. En los meses de junio y julio generalmente las abejas trabajan en las flores para recolectar polen.

Para la producción de semilla el trébol sueco depende de la polinización por abejas melíferas y en cierta medida por insectos silvestres. Este trébol produce un número enorme de florecillas individuales que deben ser polinizadas cruzadamente para que den una cosecha abundante. Los experimentos de campo en Ohío demostraron que las abejas melíferas aumentaron el rendimiento de semillas durante diez años desde un promedio de 115.2 litros a 576 litros por hectárea. Se descubrió que son posibles rendimientos hasta de 720 litros por hectárea con el máximo de insectos polinizadores.

Algunos años el trébol sueco produce un rendimiento relativamente pobre

en néctar. Se producirá muy poca miel si la concentración de abejas es suficientemente grande para polinizar la cosecha en forma adecuada en estas condiciones.

El trífilo pata de pájaro se está convirtiendo en una importante y permanente cosecha para pastura. Aparentemente se desarrolla bien en muchos suelos donde la alfalfa y los tréboles se desarrollan mal. Como es autoestéril, necesita de la polinización de cruzada de los insectos para producir semilla. H. A. Scullen no obtuvo en Oregón semillas ni del trífilo pata de pájaro ni del trífilo grande en parcelas protegidas de los insectos, en tanto que obtuvo semillas de otras plantas similares expuestas a las abejas. Se observaron abejas que abandonaron un campo de alfalfa en floración, cerca de Davis, California, y volaron kilómetro y medio para recolectar polen de trífilo. Excepcionalmente se han obtenido cosechas importantes de semillas donde hubo muchas colonias de abejas.

MUCHOS VEGETALES no necesitan polinización para producir cosecha comestible; pero entre ellos, las zanahorias, los rábanos, los nabos, las coles y el apio necesitan la polinización cruzada para producir semillas. Tanto la polinización como la formación de semillas son indispensables para la producción de la parte comestible del pepino, el melón cantalupo y la sandía.

Es evidentemente necesaria la polinización de todas las secciones del ovario compuesto para que los melones adquieran forma y calidad apropiada, ya que la parte deformada de un cantalupo incompletamente polinizado no sólo no produce semillas, sino que también tiene poco dulzor y es poco olorosa. Se utilizan abejas melíferas en la producción comercial de semilla y fruta de algunos cultivos de legumbres.

El cruzamiento de variedades por lo general no es deseable en la producción de semillas para la propagación de cosechas de legumbres. Por esta razón las disposiciones del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos exigen que en la producción de semillas de muchas legumbres las parcelas de las diferentes variedades deben sembrarse a una distancia entre una y otra de cuando menos 400 metros. Una distancia aún mayor sería más segura, ya que en la miel de abeja siempre se encuentran granos de polen y el radio de vuelo de ese insecto excede los cuatrocientos metros.

Los pepinos, melones, sandías y calabazas tienen estructuras florales similares. El grupo —cucurbitáceas— se caracteriza por tener generalmente flores machos y hembras en diferentes partes de la misma planta. Esa disposición evidentemente requiere insectos para el transporte del polen, ya que las plantas no se polinizan por el viento. La mayoría de las cucurbitáceas son autofértiles e interfértiles cuando se polinizan a mano.

Las abejas se usan mucho en la producción de pepinos de invernadero y de campo. Debido a que las flores se mantienen abiertas por un corto tiempo, es aconsejable una concentración grande de abejas; o sea, que los pepinos se cultiven para venderlos frescos, para conserva o para semilla.

Las sandías y los melones a menudo producen flores bisexuales o completas en vez de flores pistiladas y estaminadas separadas. Sin embargo, las flores completas no se fertilizan por sí mismas, y las abejas son tan indispensables para su polinización como para la de las flores pistiladas.

La col y las plantas estrechamente relacionadas con ella, como la coliflor, el bróculi o brécol y la col de Bruselas, necesitan la polinización cruzada por insectos para producir buenas cosechas de semilla. Las variedades de col tienen diversos grados de autoincompatibilidad. También es común la incompatibilidad cruzada.

Las abejas son agentes efectivos para la polinización cruzada. Los ensayos para lograr la autopolinización han tenido poco éxito. Aparte de la abeja

melífera, son atraídos a las flores de la col las abejas cucú, las abejas cortahojas, las abejas mineras, los abejorros y las moscas-abejas. Algunas de las mencionadas se dice que trabajan a temperaturas más bajas que la abeja melífera. Debido a que la producción de semillas de col se realiza en sitios fríos o durante tiempo frío, algunos de estos insectos, individualmente, son más efectivos para la polinización que la abeja melífera. Sin embargo, la temperatura óptima para la germinación del polen es de unos 20°, y la actividad de las abejas en el campo se desarrolla a temperaturas tan bajas como 15.50°.

Los acebos ingleses tienen flores pistiladas y estaminadas en plantas diferentes. Aunque un porcentaje pequeño de flores pistiladas de algunos árboles producen bayas partenocárpicamente, son necesarias facilidades para la polinización cruzada si han de obtenerse cosechas comerciales. Las bayas sin semilla resultantes de la polinización cruzada son más grandes, menos expuestas a caer prematuramente, de maduración más temprana y más resistentes al marchitamiento después de recogidas. Las abejas son atraídas tanto a las flores estaminadas como a las pistiladas del acebo, en tal grado que, cuando son abundantes, sólo se necesita un árbol macho para polinizar 50 árboles pistilados. Los polinizadores deben ser seleccionados por la calidad de su follaje y por su capacidad para producir abundante polen viable cuando los árboles pistilados están en floración.

La polinización efectuada por las abejas melíferas ha llegado, pues, a ser un factor esencial para la producción de muchas cosechas, junto con los factores que se dan por supuestos, como la preparación del suelo, el suministro de riego, el laboreo, la poda y el aclareo. Debido a que la apicultura es una especialidad, como son especialidades también la producción de fruta o la producción de semilla, la mayoría de los productores encontrarán ventajoso alquilar abejas en vez de tener abejas propias. Así, la cooperación entre el agricultor y el apicultor ha llegado a ser importante y es mutuamente ventajoso.

George H. Vansell, *apicultor del Departamento de Apicultura, trabaja en Davis, California. Estudió en las Universidades de Kansas, Harvard, Stanford y California. Ha enseñado en las Universidades de Kentucky y California. Por muchos años su interés principal ha sido la actividad de las abejas en la recolección de polen y néctar, especialmente como agentes de distribución de polen.*

W. H. Griggs *es profesor ayudante de pomología en la Universidad de California, en Davis. Está encargado de las investigaciones de la polinización en frutas y nueces. Recibió su preparación sobre pomología en la Universidad de Missouri y en la Universidad de Maryland. El doctor Griggs fue profesor adjunto de pomología en la Universidad de Connecticut en 1946 y 1947.*

La polinización por insectos nativos

George E. Bohart

Las primeras plantas floridas que aparecen entre los restos fósiles fueron parientes de las magnolias, que hasta el día de hoy dependen de la visita de los escarabajos para su polinización. Los escarabajos, que comprenden el orden Coleóptera, fueron los insectos más abundantes y adaptables durante el período inicial de las plantas florales, y así, naturalmente, fueron los primeros polinizadores. Había moscas, moscas serradoras y avispas, pero en pequeña variedad y con un desarrollo primitivo. Pero en las edades subsiguientes su adaptación a los productos de las flores fue rasgo predominante de su estructura y hábitos. Las palomillas y las mariposas, que aparecieron por primera vez en los primeros días de las plantas florales, no tardaron en adaptarse por completo a lo que les ofrecían las flores. En la actualidad casi todas ellas están muy bien estructuradas para tomar el néctar de las flores.

Mientras que los insectos se especializaban para aprovechar mejor las flores, las plantas se especializaban igualmente para utilizar mejor a los insectos. Ciertas flores desarrollaron características que las limitaban a la polinización por ciertos tipos de insectos, los cuales a su vez llegaron a adaptarse en alto grado a esas flores especializadas. Hoy tenemos muchas plantas construidas de tal forma, que solamente algunos insectos especialmente adaptados pueden visitarlas con éxito. Ejemplos de esas plantas son la higuera, las orquídeas, la yuca y el acónito.

Las orquídeas llamadas esfinges (de los géneros *Habenaria, Angraecum* y otros) son ejemplo de las innumerables modificaciones intrincadas que poseen las orquídeas para asegurar su polinización por insectos específicos. En estas flores, el néctar, situado en el fondo de un tubo estrecho y largo, es accesible únicamente a las mariposas de lengua larga. Mientras busca el néctar, alarga todos los ojos contra un disco pegajoso al cual se adhiere una masa de polen, y cuando abandona la flor lleva en los ojos dichas masas. Después las masas (llamadas *pollinia)* se encorvan hacia adelante sobre sus pedúnculos, de tal manera que cuando la palomilla inserta su probóscide en otra flor se acoplan perfectamente al estigma y se pegan a él. De la existencia en África de una orquídea de este tipo, con un tubo de 30 centímetros de largo, se infiere la existencia en aquel continente de una palomilla esfinge con una lengua de esa longitud.

En la mayor parte de los actos de la polinización a los insectos no les interesa la planta fuera de su dotación de néctar o de polen. La polinización es, por parte suya, accidental. Es la planta la que, ofreciendo alimento y con la disposición de sus partes florales, asegura el acaecimiento de esos "accidentes".

La palomilla de la yuca, que es el único polinizador de esa planta, es una excepción única y constituye un buen ejemplo de las relaciones simbióticas entre plantas y animales. No es un mero sorbedor de néctar. Al principio, maniobrando en forma algo parecida a la avispa del higo, la hembra agujerea el ovario de la flor de la yuca con su ovipositor y deposita un huevo. Este es el modo más común de actuar los insectos, pero sus actos siguientes, aunque instintivos, parecen revelar una planeación cuidadosa y conocimientos asombrosos de botánica. Se sube a un estambre, forma un montón pequeño de polen, lo lleva al pistilo que

contiene el huevo y lo mete en el estigma, que tiene forma de embudo. No toma néctar ni polen para sí, pero realiza el único acto que garantiza el alimento para sus crías, que son los óvulos en desarrollo de la planta. La planta de yuca a su vez suelta quizá algunas semillas para los jóvenes gusanos, precio indudablemente muy pequeño por un servicio de polinización tan perfecto.

Hace algunos años los científicos discutieron acaloradamente si fueron primero los insectos o las flores los que se especializaron, o si la especialización fue simultánea. Escritos voluminosos intentaron explicar por qué y cómo se desarrolló el proceso de adaptación mutua, pero finalmente el tema llegó a ser tan discutible y estéril, que se le abandonó. Sin embargo, a últimas fechas, los avances técnicos en agricultura han exigido que se mantengan al día los progresos acerca de los problemas de la polinización. Los conocimientos adquiridos por los primeros investigadores en defensa de sus argumentos filosóficos se ponen ahora en práctica en el campo de la aplicación; pero siguen sin resolver muchas de las viejas e incitantes cuestiones sobre la evolución de las relaciones entre flores e insectos.

Concediendo la influencia de los insectos polinizadores en la historia biológica, ¿qué sucedería si desaparecieran repentinamente? Esto no significaría el fin de las plantas florales, porque muchos tipos de plantas importantes se han llegado a adaptar secundariamente a la polinización por medio de agentes distintos de los insectos. La gran familia de las hierbas depende de la polinización cruzada por el viento o de la autopolinización automática dentro de sus flores cerradas. La mayor parte de los árboles de fruto de cáscara leñosa y de bellotas se han adaptado al transporte del polen por el viento. Aun muchas especies de la familia de las legumbres, que está muy especializada para polinización por medio de las abejas, han llegado a depender secundariamente de la autopolinización automática dentro de las flores jóvenes. Ejemplos conocidos son los guisantes y las judías.

Por esta razón es probable que el hombre pueda seguir adelante sin los insectos polinizadores. Las hierbas y las legumbres autopolinizadoras formarían la base de su economía agrícola. Muchas de las plantas polinizadas por insectos podrían conservarse por propagación vegetativa, aunque la mayoría no producirían frutos. Podría continuar cosechando tomates y patatas, pero difícilmente encontraría substitutos para el trébol y la alfalfa, y tendría que resignarse a rendimientos reducidos de una gran variedad de cultivos que van desde el algodón hasta las cebollas. Quizá los efectos más drásticos tendrían lugar en zonas incultas, donde morirían una gran parte de las plantas que retienen y enriquecen el suelo. Además, la primavera sería muy triste si no crecieran flores de alegres colores en los valles boscosos y en las laderas de las montañas.

Y basta ya acerca de lo que no ha ocurrido ni es probable que ocurra. Veamos lo que ha sucedido o puede suceder en lo futuro. Probablemente no desaparecerán los insectos polinizadores y podremos seguir comiendo manzanas y encontrando trocitos de "quingombó" en nuestra sopa de vegetales.

Cuando llegaron a América los primeros colonizadores no encontraron abejas melíferas, pero había flores, frutos y vegetales en los bosques y en los campos. Además, pudieron obtener productos americanos nativos y europeos de muchas clases más de 50 años antes de que estuvieran bien aclimatadas las abejas melíferas. Los insectos nativos abundaban lo suficiente para polinizar las plantas autóctonas y las extranjeras que necesitaban ser polinizadas por insectos. Las abejas melíferas fueron introducidas en Norteamérica antes de 1638, pero durante algunas décadas probablemente fueron más importantes como productoras de miel que como polinizadores. Mientras las zonas cultivadas se componían de pequeños campos rodeados de tierras incultas, los insectos nativos pudieron realizar el trabajo de polinización sin la ayuda de trabajadores extraños. Pero inevitable-

mente los insectos benéficos nativos principiaron a desaparecer a medida que el arado roturaba grandes extensiones. Al mismo tiempo, los polinizadores con que se contaba se esparcían más escasamente sobre los huertos y los campos sembrados, que aumentaban sin cesar.

Nuestros polinizadores autóctonos han corrido la misma suerte que otras formas de vida silvestre. Ciertas especies han podido persistir y aun aumentar en zonas cultivadas aprovechando la apertura de caminos, las construcciones exteriores, las zonas erosionadas y otros lugares parecidos para anidar. Pero la mayoría de las especies han tenido que refugiarse en los cercados, las torrenteras, las manchas boscosas y los campos yermos para conservarse. En años recientes, a medida que se hacía regla general el cultivo sin malas yerbas y la utilización intensiva de la tierra, estos abrigos desaparecían rápidamente dentro del radio de vuelo de las cosechas que necesitan la polinización de los insectos.

En este punto la pregunta lógica es: ¿Tan importantes o necesarios son los polinizadores nativos para nuestra producción agrícola, ahora que las abejas melíferas pueden llevarse a cualquier campo o huerto en cantidades suficientes? Hay más de una contestación a esta pregunta. Se calcula que el 80 por ciento de la polinización por insectos de nuestras cosechas comerciales lo efectúan las abejas melíferas; pero esa cifra, que es sólo un cálculo aproximado, no nos dice qué cosechas se incluyen en el 20 por ciento polinizadas por insectos nativos y si es adecuado el total del 100 por ciento.

Las abejas melíferas, a diferencia de nuestros polinizadores nativos, recolectan néctar o polen, o las dos cosas, de una variedad grande de plantas. Consecuentemente, existen pocos cultivos cuyas floraciones son atractivas para cualquier insecto que no lo sean en algún grado para las abejas melíferas. Además, las abejas melíferas pueden aumentarse y trasladarse con facilidad. Sin embargo, en los bosques y los pastizales muchas hierbas, arbustos y árboles siempre tendrán que depender de los insectos nativos para su reproducción. Del mismo modo, muchas formas de vida silvestre y de ganado de pasto dependen total o parcialmente para su alimentación de las plantas o las semillas y los frutos que hacen posibles los polinizadores nativos. Abeja por abeja, varias especies nativas son polinizadores más eficaces de ciertos cultivos, como la alfalfa, el trébol rojo y algunas veces los frutales, que las abejas melíferas. Más adelante se hablará de esto; primero veamos los insectos mismos.

Miles de especies toman parte en la polinización de nuestra flora de plantas polinizadas por insectos. Se distribuyen principalmente entre las abejas y las avispas, las mariposas y las palomillas, las moscas y los mosquitos, y los escarabajos. Hasta los diminutos tripsos pueden ser importantes en la autopolinización de ciertas plantas, como las zanahorias y algunas de las compuestas, que tienen flores pequeñas y estrechamente agrupadas. El orden Hymenoptera, aun sin la abeja melífera, es con mucho el más importante de los insectos en la polinización de cultivos comerciales. Probablemente las moscas siguen en importancia, aunque las palomillas, que son muy abundantes, pueden hacer bajo la protección de las tinieblas más polinizaciones de las que se les atribuyen. Sin embargo, el valor de las palomillas y de las mariposas como polinizadores no compensa el daño que hacen en su fase larvaria. Del mismo modo, las moscas son dañinas frecuentemente en la fase de larvas, y muchas especies, cuando adultas, son vectores de enfermedades.

Entre los Hymenoptera, las abejas, que comprenden la superfamilia Apoidea, son los polinizadores más útiles. Algunos otros miembros del orden, como las avispas de cintura de hilo, visitan muchas flores para la recolección de néctar, pero el suyo es un papel suplementario en los cultivos comerciales, y es difícil concebir métodos para hacer mejor uso de ellos.

LAS ABEJAS SILVESTRES (después de la abeja melífera) han recibido con razón la mayor parte de la atención prestada a nuestros polinizadores. Cuando menos existen probablemente en Norteamérica 5,000 especies de abejas, muchas de las cuales aún no han sido clasificadas por los taxonomistas. La mayor parte de las especies son importantes únicamente para las plantas silvestres, pero por lo menos algunos centenares toman parte en la polinización de las cosechas cultivadas. Por ejemplo, se conocen más de 100 especies que visitan las flores de alfalfa.

Exceptuando algunas de nuestras numerosas especies, éstas pueden agruparse por familias en la forma siguiente: Coletidae, abejas de lengua obtusa; Halictidae, abejas sudadoras y sus allegadas; Andrenidae, abejas minadoras; Megachilidae, abejas de boca dura; Anthoforidae, abejas de las flores; Xylocopidae, abejas carpinteras; Apidae, abejas melíferas y abejorros.

Las primeras tres familias son conocidas por lo común como abejas de lengua corta, y las cuatro últimas como abejas de lengua larga, aunque esta no es una distinción invariable.

Las abejas silvestres tienen gran diversidad de hábitos y de *habitats*. Ha sido publicada información biológica sobre menos del 5 por ciento de las especies. No conocemos aún dónde anidan muchos de nuestros polinizadores más importantes. Estudios biológicos razonablemente completos se han hecho en este país sobre menos de una veintena de especies. Sin embargo, juntando los conocimientos sobre las especies de este país con los conocimientos más completos de sus parientes europeos tenemos una base sobre la cual construir.

Las abejas se caracterizan por el hábito de almacenar miel y polen para su descendencia, aunque muchas especies se posesionan, como hace el cuclillo, de lo almacenado por sus parientes más industriosos.

La mayoría de las abejas silvestres son solitarias. Cada hembra construye, almacena y pone huevos en su propio nido sin ayuda de sus vecinos. Cada celdilla del nido es operculada tan pronto como la aprovisiona y la provee de huevo, no existiendo contacto posterior entre la madre y los hijos. Varias especies de la familia Halictidae han llegado a la etapa en que la madre abeja, que ha resistido el invierno, permanece con sus hijas y las asiste guardando la entrada del nido y poniendo huevos fertilizados.

Muchas de las abejas llamadas solitarias son gregarias en mayor o menor grado. Especies altamente gregarias pueden cavar sus madrigueras en el suelo separadas solamente tres o cuatro centímetros y cubrir muchas hectáreas con sus pueblos. Las poblaciones de tales sitios son comparables, algunas veces, a las de los colmenares de mediano tamaño de colonias de abejas melíferas. En Utah se calculó que un sitio de nidos de abejas álcali contenía 200,000 hembras anidadas. Este sitio y otro cercano, también grande, realizaron una polinización buena en los campos de alfalfa para semilla en un radio de unos 3 kilómetros.

La mayor parte de las especies de abejas son estrictamente solitarias, sin dar muestras de la menor sociabilidad y anidando a menudo en lugares bien escondidos. Para subsistir en número eficaz como polinizadores estas especies deben tener zonas extensas adecuadas para hacer sus nidos. Un caso que viene muy a cuento es la experiencia reciente de los productores de semilla de alfalfa en Saskatchewan. Su alfalfa es polinizada principalmente por abejas cortahojas, que hacen sus nidos en las madrigueras de los escarabajos en los árboles de los bosques. Unas cuantas hectáreas de semilla rodeadas de bosque solían tener abundantes abejas cortahojas y buenas cosechas de semilla, pero cuando la misma zona se dedicó al cultivo extensivo, solamente algunos campos de semilla cercanos al campo inculto fueron polinizados en forma adecuada.

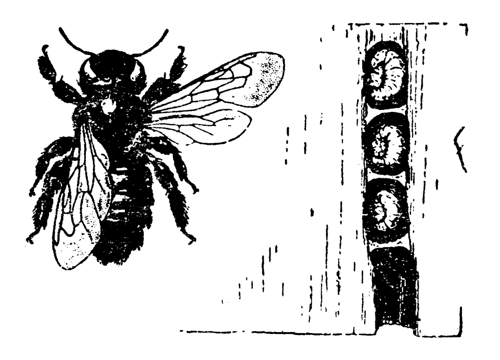
La vida social es un atributo asombroso, pero más bien poco común, de las abejas. El verdadero hábito social, que implica la división del trabajo y la coope-

ración entre padres y prole, alcanza su culminación en la complicada sociedad de la abeja melífera, pero algunos linajes divergentes de diferentes partes del mundo ofrecen algunos destellos de vida social. Entre nuestros insectos nativos, el abejorro tiene la sociedad más compleja, pero su colmena es una cosa humilde y desaliñada comparada con la de la abeja melífera. El abejorro, como la abeja melífera, pertenece a la familia Apidae, cuyos miembros son sociales en su mayoría. En los Trópicos son muchas las especies de Apidae pequeñas y sin aguijón que, en algunos aspectos, están tan desarrolladas socialmente como las abejas melíferas. Son las abejas más abundantes en las zonas tropicales, y los indios de América del Sur las han utilizado para la producción de miel, pero han fracasado los esfuerzos para establecerlas en nuestro país.

Los lugares para anidar son casi tan variados como las abejas mismas. Los abejorros escogen cavidades bien protegidas, que pueden estar sobre la tierra o ser subterráneas, según las especies. Las abejas carpinteras *(Xylocopa)* y los representantes de muchos géneros de las Megachilidae anidan en madrigueras de escarabajos hechas en madera o excavan sus propios túneles. La abeja carpintera pequeña *(Ceratina)* y también muchos representantes de las Megachilidae anidan en los canales naturales de las plantas de tallos huecos o medulosos. Las abejas de lengua ancha, las sudadoras, las minadoras y las de las flores casi invariablemente construyen sus madrigueras en la tierra.

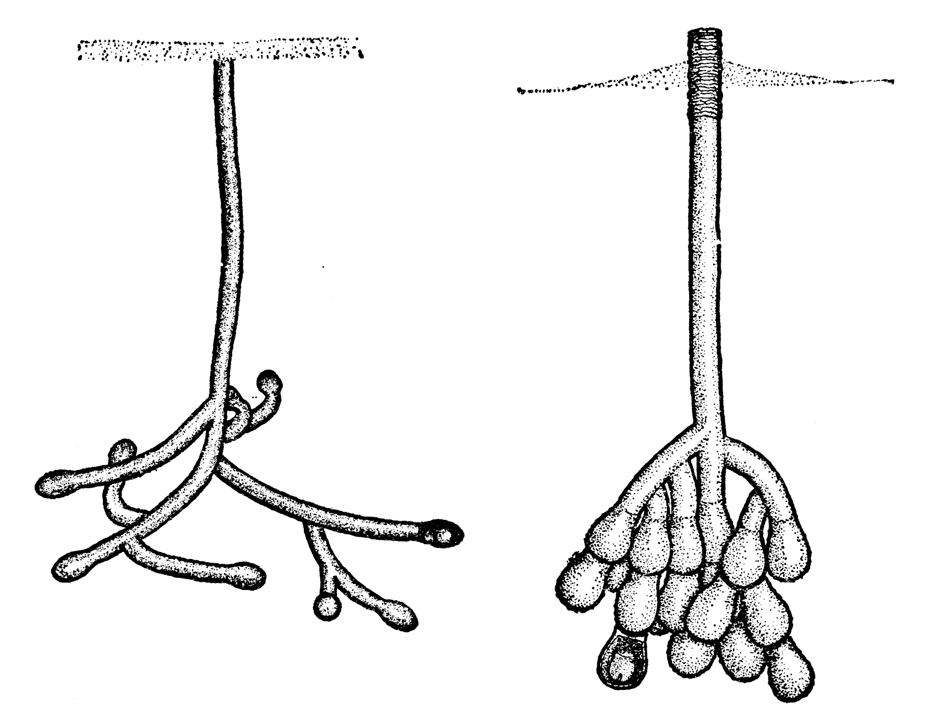
Entre los ambientes menos comunes que escogen ciertas especies se cuentan los caparazones abandonados de caracoles, las bifurcaciones de ramas pequeñas, las madrigueras de otras abejas, nidos de avispas embarradoras y cavidades en rocas de tipo poroso. Varias megaquílidas son especialmente aficionadas a mostrar gusto por lugares desacostumbrados para anidar.

La mayor parte de las abejas anidan en el suelo. Según las especies, el suelo puede estar húmedo o seco, suelto o duro o aun puede ser roca sólida. La superficie puede estar desnuda o cubierta con vegetación y ser plana o vertical. Son pocas las especies que anidan en suelos orgánicos ricos o en lugares de sombras densas. Parece que a la mayoría les gusta el suelo firmemente compacto, cuando menos al nivel de las celdillas de la cría.



La abeja grande carpintera de las montañas y una serie de celdillas de procreación perforadas en cedro

Los nidos que construyen en el suelo las abejas solitarias suelen tener forma de madrigueras con ramificaciones cortas o largas que contienen las celdillas para la prole. Algunas especies hacen sus túneles sólo de tres o cuatro centímetros de largo, pero otras dirigen el túnel principal hacia abajo hasta 70 u 80 centímetros de profundidad. Unas tienen celdas verticales y otras las tienen horizontales. Unas tienen varias celdas en serie lineal y otras sólo tienen una. Unas tienen las celdas en grupos apretados como racimos de uvas y otras las tienen al final de ramales horizontales cortos, a lo largo de la galería principal vertical. Habitualmente, cada género de abejas tiene un plan peculiar de arquitectura, pero queda mucho margen para que una especie difiera de otra. Sobre el plano genérico se distinguen en algunos casos tipos arquitectónicos fundamentales (por ejemplo, en todos los nidos de halíctidas el túnel de entrada es más ancho que los ramales), pero en algunas familias, como las Megachilidae, la diversidad de tipos de nidos desafía a toda clasificación satisfactoria.



Vista exterior de un nido de Andrena subaustralis (con una celdilla abierta)

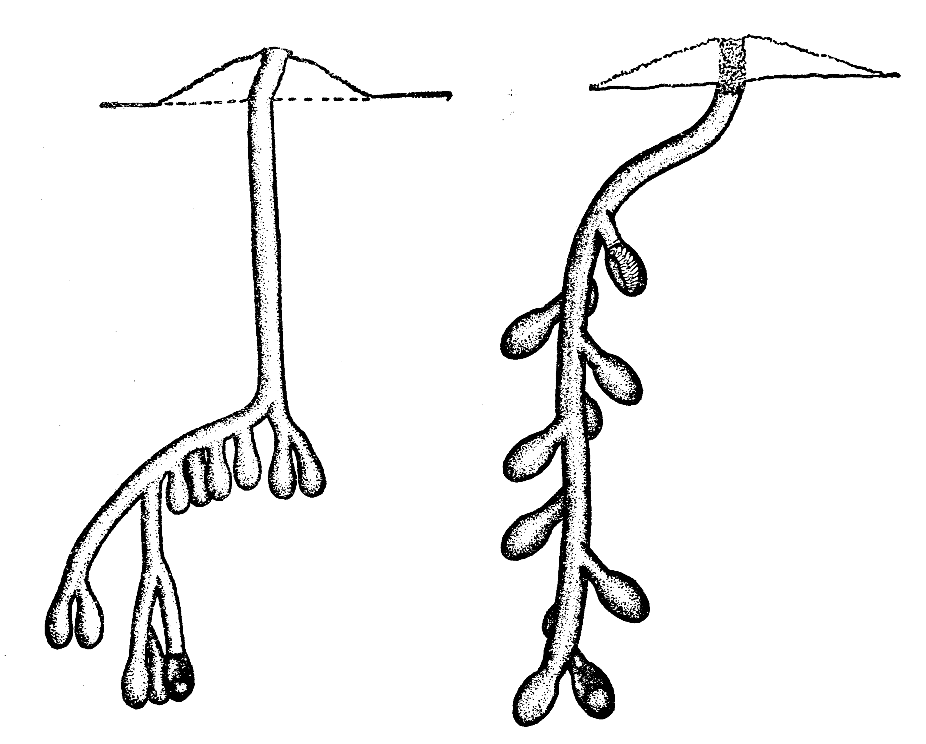
Vista exterior de un nido de Diadasia enevata (con una celdilla abierta)

Las abejas, como todos los insectos que sufren metamorfosis completa, pasan por cuatro etapas principales de vida: el huevo, la larva, la crisálida y el individuo adulto. El huevo es puesto siempre en una celdilla para cría. Los abejorros y las abejas melíferas por lo general ponen en una celdilla vacía, y la larva es alimentada progresivamente por las abejas nodrizas de la colmena. En nuestro país, todas las demás abejas ponen su huevo encima, dentro o debajo de una masa de polen humedecido con miel, que es el único alimento de las larvas en crecimiento. Después de poner el huevo, la abeja madre cierra la celdilla. Los huevos y las larvas en crecimiento de la mayoría de las abejas se secan rápidamente. Consecuentemente, la abeja madre aplica alguna clase de capa selladora en el interior de las paredes de la celdilla. Las larvas megaquílidas, que son las menos delicadas, por lo general no están protegidas de este modo, aunque algunas de ellas se protegen con celdas forradas con trozos de hojas (abejas cortahojas), con fibras vegetales (abejas del algodón) o con brea (abejas de la resina).

Como ya he dicho, las crías de todas las abejas son alimentadas con una combinación de miel y polen. Las larvas de la abeja melífera se alimentan también con una sustancia secretada por una glándula, llamada jalea real. En particular las reinas son alimentadas con grandes cantidades de esa sustancia. La jalea real o un equivalente suyo, se pueden añadir al alimento de las abejas solitarias, pero esto no se ha observado realmente.

Los huevos de las abejas solitarias, relativamente pocos en número, son mucho mayores que los de las abejas melíferas y quizá contienen sustancias de las que se le proporcionan a las larvas de la abeja melífera en la jalea real.

El pan de abeja, como a menudo se llama a este alimento almacenado, se prepara de muchas formas. La *Hylaeus,* que por lo general es considerada una

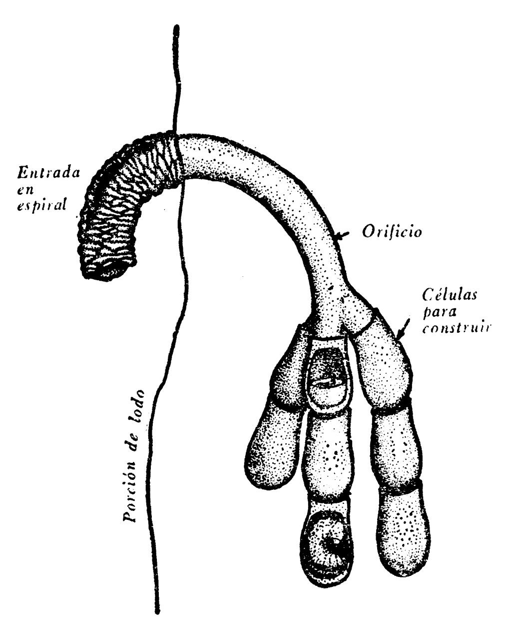


Vista exterior de un nido de Nomia melanderi (con una celdilla abierta)

Vista exterior de un nido de Halictus farinosus (con dos celdillas abiertas)

de las abejas más primitivas, no colecta polen sobre su cuerpo, pero lo guarda en su estómago para la miel, mezclado con néctar. Esta sustancia indudablemente líquida es regurgitada dentro de cubiertas de cera transparente. El huevo flota en el líquido dentro de la cubierta. Las halíctidas forman una pelota de polen aplastada o en forma de huevo, a la que añaden un poco de néctar antes de poner el huevo. Esta pelotita de sustancia alimenticia está calculada exactamente para que sirva a las necesidades de la larva y nunca queda nada de ella. Las andrénidas hacen una bola parecida, pero más esférica. Algunas veces pueden distinguirse especies diferentes dentro de un género por la forma de la torta de polen. También varían mucho la forma y el tamaño del huevo, así como el método para colocarlo.

Por lo general, los huevos hacen eclosión en 2 ó 3 días y las larvas alcanzan su desarrollo completo en un plazo de 1 a 3 semanas, mudando dos veces, y comiéndose casi siempre las pieles que sueltan durante el proceso. Sigue un período de algunos días, durante el cual las grandes cantidades de polen acumuladas en el conducto digestivo son absorbidas y las materias de desecho son descargadas como en forma de pelotitas o tiras fecales. La mayor parte de las abejas, como la abeja melífera, mantienen limpias sus viviendas durante el período de alimentación. Entre las abejas melíferas, por lo menos el intestino medio no se comunica con el intestino grueso hasta que termina el período de alimentación. Sin embargo, en la gran familia de las megaquílidas las larvas principian a defecar cuando han crecido un tercio de su tamaño. Los nidos abandonados a menudo pueden identificarse por el tipo y forma de colocar los excrementos. Muchas de las megaquílidas usan sus bolitas para la construcción de sus capullos.



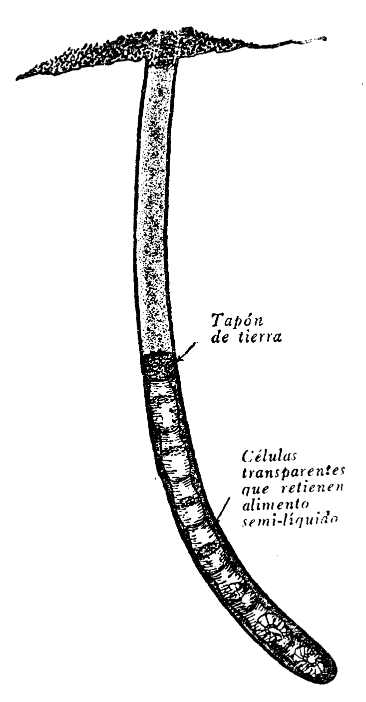
Vista exterior de un nido de Anthophora occidentales (con dos celdillas abiertas)

Algunas larvas de abejas tejen capullos en los que pasan la fase de crisálida. Otras no lo hacen. Las abejas melíferas y los abejorros que se supone que están en la cima de la escala evolutiva tejen capullos como la mayor parte de las megaquílidas, que se consideran también formas avanzadas. La formación del capullo está generalizada en las antofóridas, que se consideran intermedias en la escala evolutiva. Es rara entre las halíctidas y las andrénidas más bajas en dicha escala, y no se encuentran entre las abejas más primitivas, las colétidas. Como se supone que las abejas son descendientes de las avispas cazadoras, la mayor parte de las cuales hacen bien sus capullos, podría esperarse que la dirección de la evolución, si la hay, sería más bien a alejarse de la costumbre de hacer capullo que hacia ella.

Las larvas maduras de las abejas, después de defecar y quizá de hacer un capullo, se convierten en precrisálidas desprovistas casi de movimiento. La precrisálida es más resistente al frío, a la desecación y a las enfermedades que la larva en crecimiento, y para muchas abejas es la fase invernal. Principiando en esta etapa, las diferencias más grandes en los ciclos de vida de los diversos géneros se hacen manifiestas.

La andrena es el género más grande de abejas. La mayor parte de sus especies tienen un ciclo de vida simple, que puede servir como patrón comparativo. Los adultos de ambos sexos emergen en la primavera de sus celdas larvarias del suelo. Después del apareamiento, las hembras construyen, aprovisionan y ponen huevos en sus propios nidos. Las larvas crecen rápidamente y al final de la primavera han pasado la fase de crisálida y se convierten en adultos dentro de sus celdas larvarias. Permanecen prisioneras durante el verano, el otoño y el invierno; escapan en la primavera siguiente, cuando sus plantas huéspedes están en floración.

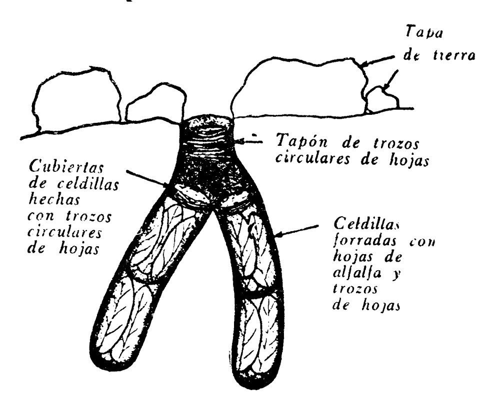
Las abejas alcalinas tienen un proceso vital parecido, excepto que la primera actividad de los adultos se realiza en verano y que pasan el invierno en la fase de precrisálida. En la mayor parte de las localidades aparece una segunda generación de adultos al final del verano, compuesta predominantemente por hembras. La es-



Vista interior de un nido de Colletes

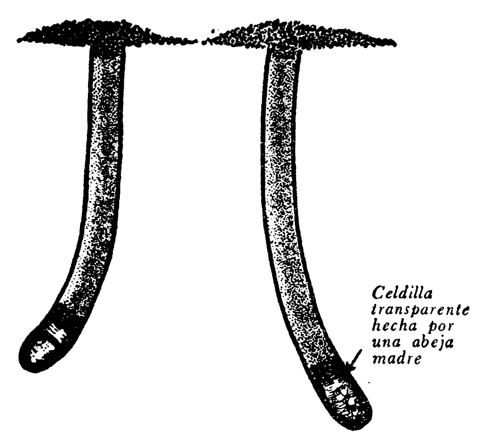
casez de machos en esta época puede explicar el alto porcentaje de éstos que aparecen en la generación invernal, ya que los machos se desarrollan en huevos infértiles.

Este tipo de vida, que permite la variación en el tiempo de la actividad del adulto y el número de generaciones en la estación activa, es el predominante en las abejas silvestres. Puede decirse con seguridad que la mayoría de los géneros de abejas pasan el invierno en la fase de precrisálida.



Vista interior de un nido de Megachile dentitarsis

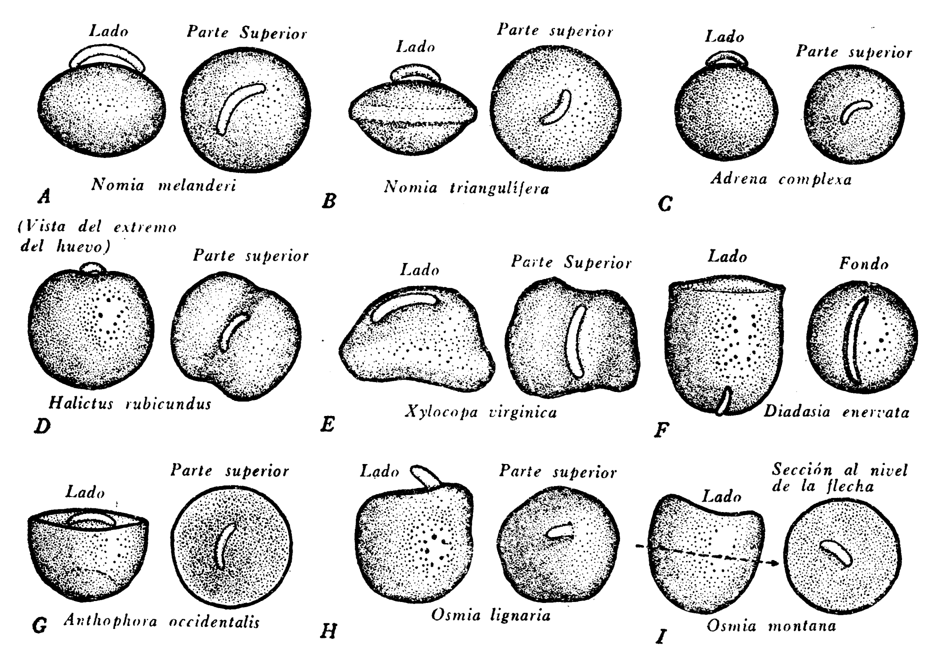
El *Halictus* es un género grande y familiar de abejas que anidan en el suelo. Muchas de las especies muestran tendencia hacia las costumbres sociales. No tienen ningún parentesco con los abejorros, pero su ciclo de vida es similar en algunos aspectos. Muchos *Halictus* tienen un proceso vital más o menos como el siguiente: En primavera, las hembras que han pasado el invierno abandonan sus refugios de invernada para construir y aprovisionar nidos para la cría. En un mes o 6 semanas su prole, formada sólo por hembras, hace sus nidos en forma de madrigueras laterales del nido materno o cavan otros nuevos para su propio uso. Su prole, que no es fertilizada, da solamente machos. El desarrollo de machos provenientes de huevos no fertilizados (partenogénesis) es regla general, pero no infalible, entre los Hymenoptera. La hembra vieja que ha pasado el invierno continúa poniendo huevos, esta vez sobre pelotitas de polen recolectado por sus hijas. Éstas se desarrollan como hembras, que emergen en el verano y se aparean con los machos, de los que hay una gran cosecha. Los machos mueren pronto y las hembras penetran en las madrigueras de invernada para pasar el invierno. Algunas especies producen una tercera generación al final del verano compuesta de machos y hembras.



Vista interior de nidos de Colletes

Los abejorros llevan este tipo de vida a un nivel social más alto. Las hembras que se han apareado y han pasado el invierno son individuos grandes llamados reinas. En la primavera la reina abandona su guarida de invernada y emplea mucho tiempo en alimentarse y en buscar un lugar para hacer su nido. Después que lo encuentra, prepara una cama pequeña de material algodonoso, en el que construye una bola de polen y una o dos capas de cera, que llena de miel. Después pone un grupo de huevos en una cavidad hecha en el polen y alimenta las larvas con miel, aumentando el suministro de polen según las necesidades. Esta alimentación progresiva es un paso hacia el desarrollo social.

Los abejorros tienen el hábito, parecido al de los pájaros, de empollar los huevos y las larvas jóvenes. La primera generación empollada por la reina



Huevos y provisiones de diversas abejas solitarias

se compone de cuatro a ocho abejas obreras pequeñas. Las obreras son hembras de cuerpo pequeño y ovarios poco desarrollados, consecuencia, indudablemente, de un suministro limitado de alimento en la fase de larva. Poco después de emerger, las abejas obreras asumen sus deberes en el campo y en la colmena. Entonces la reina se retira a una vida dedicada a poner huevos.

Las generaciones sucesivas de obreras tienden a hacerse más grandes a medida que aumenta el número de abejas, que las alimentan en estado larvario. A mediados de verano una gran parte de las larvas son alimentadas con una dieta máxima y se convierten en reinas. Al mismo tiempo los machos (zánganos) principian a aparecer. Algunos de ellos pueden proceder de huevos infértiles puestos por la reina, pero la mayoría son, indudablemente, la prole de las obreras que ponen huevos. Las reinas se aparean con los machos fuera del nido, y después de unos días o semanas de libertad cavan su guarida en tierra o en otra materia para invernar. En los primeros días de otoño, cuando vieja la reina, exhausta, ya no pone más huevos de obrera, aumenta la proporción de machos y gradualmente se extingue la colonia. Durante el período de envejecimiento las larvas de palomillas y escarabajos destruyen el nido rápidamente.

Muchos géneros de abejas se han especializado como parásitos sociales: no viven sobre los tejidos, sino en el alimento de sus huéspedes. Son parásitos de otras abejas en todos los casos y, como pertenecen a diversas ramas de la familia de las abejas, es manifiesto que sus hábitos parasitarios nacen muchas veces independientemente. Varios géneros de abejas parasitarias son parientes próximos de sus huéspedes.

A pesar de su diversidad, las abejas parasitarias operan todas casi en la misma forma. La hembra emplea la mayor parte de su tiempo buscando nidos de sus huéspedes. Cuando encuentra uno, espera el momento propicio para deslizarse dentro de él y depositar un huevo sobre una bola de polen terminada, antes de que se opercule la celdilla. Indudablemente la abeja huésped cierra después la celdilla, sin advertir que uno de los huevos no es suyo. El parásito está bien

protegido con una armadura pesada y un aguijón largo para defenderse en el caso de que regrese su huésped de forrajear y lo encuentre en el nido. La larva joven de la abeja parásita tiene mandíbulas largas adaptadas para agujerear el huevo o la larva del huésped. Una vez hecho esto, el intruso se desarrolla aprovechándose del alimento almacenado, como si fuera la prole legítima del huésped.

Examinemos ahora la utilidad de las abejas silvestres en la polinización de cultivos específicos. Aunque las abejas silvestres complementan las actividades de las abejas melíferas en la polinización de cultivos tales como el trébol dulce y la mayoría de los frutales y las hortalizas crucíferas, aparentemente las abejas melíferas son al menos muy eficaces, y sólo se necesita disponer de ellas en cantidad razonable para que hagan la tarea solas.

El trébol rojo fue reconocido por Charles Darwin como una planta que necesita del abejorro para la producción satisfactoria de semilla. Las flores tienen una corola que es un tubo profundo que tiende a producir poco néctar. Por consecuencia, las abejas melíferas a menudo encuentran difícil o poco provechoso tomar el néctar del trébol rojo. De éste pueden obtener polen fácilmente, pero fuentes de polen vecinas más deseables pueden satisfacer sus necesidades. En Nueva Zelandia, donde está bien adaptado el trébol rojo, la producción de semilla fue casi nula hasta las postrimerías del siglo diecinueve, en que se introdujeron y se aclimataron con éxito varias especies de abejorros. Éstos tienen la lengua más larga que las abejas melíferas, y la mayor parte de las especies buscan con especial preferencia el trébol rojo como fuente de néctar y polen. Aparentemente, su número se ha reducido drásticamente en los Estados Unidos desde 1900. Solamente en algunos distritos hay suficientes para la polinización del trébol rojo; aun ahí, no se puede confiar en ellos a causa de las fluctuaciones que sufre cada año su número. Afortunadamente, en la mayoría de las regiones las abejas melíferas, en número suficiente y bien manejadas, pueden ser inducidas a polinizar el trébol rojo. Sin embargo, es innegable que un aumento general de abejorros en las zonas de semilla de trébol rojo sería una bendición.

La alfalfa presenta un problema diferente. Es una fuente favorita de néctar para la abeja melífera, especialmente en el Oeste, pero no la prefiere como fuente de polen. Las abejas melíferas polinizan con la misma eficacia casi toda clase de flores cuando recolectan polen como cuando recolectan néctar, pero en el caso de la alfalfa el colector de néctar es capaz de "robar" éste sin poner en marcha un mecanismo especial comprendido en el proceso de polinización. Los colectores de néctar liberan accidentalmente un porcentaje pequeño de las flores que visitan; mas para una polinización efectiva tienen que estar presentes en gran número, más grande, de hecho, del que suele estar dispuesto a suministrar el apicultor cuando su finalidad principal es la obtención de miel. En algunos lugares los productores de semilla han resuelto en gran parte esta dificultad pagando a los apicultores para que provean de una sobrepoblación de abejas melíferas los campos de alfalfa, pero esto no se logra con la misma facilidad en todas partes. Implica, además, problemas difíciles en los arreglos financieros entre los productores de semilla y los apicultores y en el mantenimiento de la fuerza de las colonias. En algunas zonas, donde del 5 al 25 por ciento de las abejas melíferas que visitan la alfalfa recolectan polen, el problema es mucho menos agudo y la sobrepoblación se practica únicamente para rendimientos excepcionalmente altos.

Muchas clases de abejas nativas visitan la alfalfa y la mayoría la polinizan eficazmente, porque la trabajan primordialmente por el polen y liberan la mayoría de las flores que visitan. Algunas especies hasta parecen preferir la alfalfa a las fuentes de polen vecinas. Pero, no obstante la variedad de abejas que visitan la alfalfa, no existen suficientes en la mayoría de los campos de semilla para

realizar una polinización adecuada, en especial cuando los campos son grandes o un distrito entero se dedica a la producción de semilla. La abeja alcalina es una de las pocas especies que pueden alcanzar número suficiente en pequeñas extensiones de terreno inculto para polinizar zonas extensas de alfalfa. En un distrito semillero nuevo cerca de Yakima, Washington, a las abejas alcalinas se debe la mayor parte de la polinización de miles de hectáreas de campos de semilla de alfalfa de altos rendimientos. Esta abeja es un polinizador importante en zonas situadas en la mayoría de los Estados al oeste de las Grandes Llanuras. En Canadá se atribuye a las abejas cortahojas (Megachílidae) la mayor parte de la polinización de la alfalfa, aunque sólo pueden hacer un buen trabajo en superficies pequeñas rodeadas de mucha tierra inculta. Un importante progreso futuro en la polinización por abejas silvestres puede consistir en la producción de variedades de semillas registradas que requieren el aislamiento para conservar su pureza.

En nuestro país los árboles frutales son polinizados principalmente por las abejas melíferas. Pero en la mayor parte de los distritos varias especies vernales de abejas silvestres desempeñan un papel suplementario. Hasta las moscas del género *Syrphus* y las moscardas son importantes en algunas localidades, principalmente en los huertos de perales. Las abejas melíferas son, por lo general, polinizadores satisfactorios de frutales, excepto en algunas partes de Nueva Inglaterra y del este del Canadá, donde el tiempo desfavorable para la actividad de la abeja melífera es precisamente en la época de la floración de los manzanos. Cuando están presentes, son más satisfactorios los abejorros y algunas especies activas en temperaturas más frías.

Los tomates, los guisantes y las judías verdes son ejemplos de cultivos que se autopolinizan automáticamente. Las principales variedades que existen son altamente autofértiles y aparentemente no reciben ningún beneficio de la polinización cruzada efectuada por insectos. Algunas abejas silvestres son atraídas por esos cultivos de las abejas melíferas. Por ejemplo, los abejorros colectan fácilmente polen de los tomates. Las abejas cortahojas son atraídas con fuerza por ciertas variedades de guisantes. Es posible que las abejas silvestres tengan importancia en el desarrollo de la industria de semillas híbridas para algunos de dichos cultivos hortícolas.

Varias especies pequeñas de abejas sudadoras parecen ser las únicas que visitan las flores de remolacha en el Estado de Utah. En general, se considera la remolacha polinizada por el viento, pero se conocen insectos que ayudan en el transporte del pòlen de remolacha. En Utah, donde se está produciendo semilla híbrida de remolacha azucarera en parcelas experimentales plantando surcos alternos de variedades masculinas estériles y de polen paterno, la producción de semillas en las líneas masculinas estériles aumenta mucho con la presencia de abejas sudadoras. Estas experiencias aisladas indican que son beneficiados por abejas silvestres más cultivos de lo que generalmente se reconoce.

Cualquier esfuerzo para conservar las abejas silvestres debe basarse en el conocimiento de sus hábitos y en el conocimiento de los factores naturales debidos al hombre que operan contra ellas.

Aun en medios no perturbados por el hombre, las abejas silvestres son presa de infinidad de enemigos naturales. Las avispas filantínidas las almacenan para alimento de sus larvas. Las moscas saqueadoras las horadan en el aire y les chupan la sangre. Las chinches emboscadas y las arañas cangrejos esperan en las flores su alimento de sangre de abeja. Cuando las moscas conónidas regresan a sus nidos se posan sobre las hierbas de los prados y se apoderan de las abejas por tiempo bastante para meter un huevo entre sus segmentos abdominales, huevo del que no tarda en salir una larva gorda que ocupa la cavidad de todo

el cuerpo de la abeja huésped. Las abejas cuclillo se esconden cerca de los nidos y aprovechan una oportunidad cuando la abeja madre está forrajeando para deslizarse dentro del nido y poner un huevo en la celdilla que está siendo aprovisionada. Las moscas abejas revolotean sobre las entradas del nido y las rocían con huevos diminutos. De los huevos salen hordas de pequeñas larvas espinosas que se abren camino a las celdas de las abejas antes de que sean operculadas y permanecen allí hasta que la larva de la abeja se ha desarrollado completamente. Sólo una larva se desarrolla sobre una larva de abeja, pero su constante chupeteo traslada gradualmente el contenido semilíquido de la larva de la abeja a su propio cuerpo en crecimiento y deja únicamente un pellejo seco. Hacia el final de la estación de anidamiento, hormigas aterciopeladas y sin alas se arrastran sobre la tierra a la caída de la tarde buscando algún vestigio de un nido. Una vez encontrado, se abren camino, hacen un agujero con su aparato masticador en el capullo del huésped y depositan un huevo sobre la precrisálida. Después, el invasor repara el agujero del capullo con una materia salival y cubre el nido, dejando a su descendiente en seguridad para que engorde sobre su compañera de celda.

En general, las especies gregarias, más que las estrictamente solitarias, son dañadas seriamente por parásitos. La *Anthophora occidentalis,* una abeja grande del Oeste, que anida gregariamente en bancos de arcilla, es parasitada en Utah por una avispa calcídida, tres escarabajos meloidos, un escarabajo clérido, una hormiga aterciopelada, dos abejas parásitas y una mosca abeja. En algunos sitios el parasitismo total llega hasta el 50 por ciento. La abeja alcalina que anida por miles en tierra plana alcalina es parasitada, en Utah, por una abeja parásita, un escarabajo meloideo, una mosca cornípeta y una mosca abeja. Los tres primeros son de poca importancia, pero la mosca abeja *(Heterostylum robustum)* casi barrió en 1947 varias grandes aglomeraciones en Valle de Cache; desde entonces la tiene oprimida, con un parasitismo que llega al 90 por ciento. Como caso extraño, esta misma mosca se encuentra en las grandes zonas de anidamiento de la parte central de Utah, pero solamente se han encontrado unas pocas larvas en miles de celdas examinadas.

Se han encontrado enfermedades entre las abejas silvestres lo mismo que entre las abejas melíferas. No se han observado entre las especies nativas infecciones parecidas a las de las abejas melíferas, pero probablemente existen. En verdad, con frecuencia se ven larvas en sus celdas en el suelo que enferman y mueren. Es probable que el desarrollo de organismos sobre el alimento almacenado sea muy peligroso para las abejas silvestres. Varios tipos de hongos atacan el polen y algunos invaden el cuerpo de la larva de la abeja, aunque esto puede ser secundario habitualmente después de que la larva se ha debilitado debido al alimento mohoso que se le ha suministrado. Las bolas de polen que se encuentran en el suelo húmedo que utiliza la abeja alcalina pueden licuarse repentinamente, y en este caso la larva muere rápidamente. Esto se ha observado en algunos sitios en la cuarta parte de las celdillas. No se ven con frecuencia enfermedades en los adultos, que por lo común son difíciles de observar o evaluar. En California, en la primavera de 1934, una gran población de *Andrena complexa* que recolectó alimento de la hierba belida se infestó con un hongo (probablemente el *Empusa* sp.), muriendo la mayor parte de ellas, adheridas aún a sus plantas huéspedes.

No debe tenerse la impresión de que los predatores, los parásitos y las enfermedades son tan graves que las abejas silvestres no tienen oportunidad de incrementar. En la región central de Utah las numerosas clases de insectos y de agentes patógenos que atacan a la cría de la abeja alcalina sólo impidieron que emergieran el 30 por ciento en un período de 3 años. Durante este período,

los sitios de nidada conocidos aumentaron de tamaño y se encontraron otros sitios nuevos.

Los predatores y parásitos de las abejas silvestres serán probablemente difíciles de controlar. El proceso vital de muchos de ellos está tan ligado al de sus huéspedes, que quizá son imposibles medidas de control selectivo.

El despojo de los almacenes de alimentos y las enfermedades de las larvas aumentan, según se ha observado, después de la lluvia durante el período activo de nidificación de algunas especies que anidan en el suelo. Es evidente que la irrigación y las aguas que pasan sobre los nidos los perjudican. Aun durante la estación de latencia el agua encharcada causa dificultades, dependiendo del tipo de suelo y de las especies de las abejas.

El factor principal que limita el número de algunas abejas silvestres parece que es el alimento de que disponen. Así es particularmente en tierras incultas o tierras poco pobladas. La asociación estrecha entre especies de abejas y géneros particulares de flores probablemente se desarrolló como respuesta a la competencia por el alimento; los tipos menos agresivos tuvieron que especializarse para sobrevivir.

La competencia ha obligado análogamente a muchas abejas a restringir su temporada de actividad para evitar los períodos de sequía. En las zonas desérticas la mayor parte de las abejas pueden permanecer dormidas por algunos años, si es necesario, hasta que haya humedad suficiente para que florezcan sus plantas huéspedes.

Por lo común el alimento de las abejas no abunda en territorios densamente arbolados, en los desiertos o en praderas abiertas. Con más frecuencia abunda lo suficiente para sostener grandes poblaciones de abejas en las zonas de transición en los bordes de los desiertos o de los bosques, en territorio montañoso o en zonas agrícolas abandonadas que se están convirtiendo de nuevo en bosques. Suelen abundar alimento y abejas por períodos limitados en tierras semiáridas, donde las lluvias que caen durante una temporada restringida originan cortos pero intensos períodos de floración. Algunas zonas cultivadas son muy productoras de alimento; una condición común para las flores es que se produzcan en mayor cantidad pero con menos variedad que antes de su cultivo.

Para que las abejas construyan número suficiente de formas invernales para una buena emergencia al siguiente año debe haber una floración continua durante la temporada de actividad forrajeadora. Se cree que a la interrupción de la floración común a muchas zonas cultivadas se deben en gran parte las pequeñas poblaciones de abejas silvestres. Se ha dicho, por ejemplo, que las abejas silvestres aumentarán en las zonas productoras de semillas de alfalfa cuando el plan de siega permita un abastecimiento constante de flor. Aplicada a las abejas silvestres en general, dicha afirmación se basa en una idea muy simplificada del proceso de sus vidas. Se podría aplicar mejor a las abejas cortahojas, muchas de las cuales, en Utah cuando menos, tienen períodos de actividad que abarcan dos o tres generaciones, las cuales perduran todo el período de floración de la alfalfa. Probablemente son más importantes para abejas como las melíferas, los abejorros y las abejas sudadoras, que tienen temporadas largas y buenas condiciones de alimento y de tiempo en primavera, antes de la floración de la alfalfa. Abejas como la *Nomia,* que no aparece sino a fines del verano, o la *Osmia,* que desaparece poco después de la primera floración de la alfalfa, podrían beneficiarse más con un solo corte de alfalfa destinado a obtener una floración máxima en tiempo oportuno.

El valor del alimento primaveral para las abejas con una temporada larga se ilustra con los acontecimientos en un distrito aislado productor de semilla de alfalfa cerca de Fredonia, Arizona. Abundaron los abejorros en el verano de 1949 e hicieron una polinización excelente en la alfalfa. Una sequía sin pre-

cedentes que sufrió la zona en 1950 impidió toda floración de primavera, y aunque se vieron reinas en la primavera, no hubo obreras para la polinización en el verano. En este ejemplo es verosímil que unas pocas hectáreas irrigadas de un cultivo de floración temprana, como la arveja, hubiera permitido a los abejorros aumentar como de costumbre.

Más de la mitad de nuestras especies de abejas tienen un período corto de actividad. En la mayoría de los casos es notable la coincidencia de la aparición de esas abejas y la primera floración de las plantas que son sus huéspedes naturales. En el Valle de Sacramento, en California, donde se tuvo bajo observación una zona de nidos de dos especies de *Andrena,* la aparición de las abejas y las primeras floraciones de los sauces tuvieron lugar el mismo día. El mal tiempo durante el corto período de actividad de estas abejas puede causarles graves daños.

La existencia de zonas de nidificación permanentes y adecuadas puede ser tan importante como la abundancia de alimento para el mantenimiento de cantidades eficaces de polinizadores silvestres. La disminución de las poblaciones de abejas silvestres en zonas agrícolas probablemente se ha debido por lo menos tanto a la destrucción de los sitios de nidada como a la destrucción de su alimento. En este respecto es interesante especular sobre la probable historia de las poblaciones de la abeja alcalina en la parte central de Utah. En vista de que las plantas comunes introducidas, tales como la alfalfa, el trébol dulce y el cardo ruso, son casi las únicas plantas forrajeras para esas abejas en aquella zona, parece que deben haber aumentado realmente tras la aparición de colonos blancos. Muchas declaraciones de los viejos agricultores en la región atestiguan su abundancia en los primeros tiempos del cultivo de semilla de alfalfa. Pero al avanzar los cultivos, las zonas de nidada, aunque por lo general están en tierras pobres, fueron roturadas y sembradas de alfalfa. Actualmente sólo algunas zonas diseminadas se encuentran lo suficientemente cerca de los sitios de nidada restantes para recibir sus beneficios. El mejor distrito semillero de Utah, desde el punto de vista de la polinización por la abeja alcalina, está junto a muchas hectáreas de pastizales alcalinos permanentes que brindan abundancia de tierra adecuada para el anidamiento.

La intensificación de la explotación de la tierra hizo estragos en los sitios de nidada de las abejas silvestres. Las viejas cercas de madera proveyeron sitios para muchas abejas habitantes de árboles, como las abejas cortahojas y la *Osmia,* y proporcionaron una red de zonas de tierra intacta para anidar y plantas silvestres forrajeras. Los cultivos limpios practicados ahora para destruir las malas hierbas y los insectos que habitan en el suelo acaban con muchos de estos últimos santuarios. Pronto será necesario determinar en cada zona el valor de las abejas silvestres para la polinización de los cultivos y si los sitios de nidada se les pueden reservar de un modo compatible con la buena agricultura.

La destrucción de los organismos dañinos junto con la conservación de los benéficos debe ser una de nuestras finalidades. Con excesiva frecuencia los destrozos de las formas destructoras son tan notorios, que perdemos de vista el valor de las formas benéficas. Esto es del todo evidente en el uso de insecticidas. Es incuestionable la necesidad del control mediante insecticidas de muchas plagas de insectos. Pero cada vez se hace más manifiesto que la simple pregunta: "¿proporcionará esta aplicación el control económico de la plaga en cuestión?", debe ser ampliada en los términos siguientes: "¿encajará esta aplicación en un programa general destinado a controlar todas las plagas importantes sin que constituya un riesgo para la salud de los parásitos, predatores y polinizadores benéficos ni los afecte gravemente?".

Nunca se han ensayado o ni siquiera formulado programas para la conservación de las abejas silvestres a base de zonas amplias. Aunque es estimulante

saber que algunos productores de semilla toman providencias para proteger los sitios de nidada conocidos, es desalentador conocer que la mayoría de los agricultores no aprecian el valor de las abejas silvestres y que probablemente no tomarán rápidamente las medidas de conservación que incluyan el dejar a un lado trozos de tierra y que compliquen los procedimientos de cultivo.

Las siguientes medidas generales tienden a conservar y aun aumentar el número de muchas clases de abejas silvestres. Los detalles para llevarlas a efecto dependen de muchos factores locales; las condiciones locales probablemente requerirían ciertas medidas adicionales.

1. Aplicar insecticidas a las plantas en floración únicamente cuando no haya otro modo de controlar a los insectos dañinos. Estas aplicaciones deben realizarse entre las 7 de la tarde y las 7 de la mañana y sólo contendrían toxafeno, metoxicloro u otros tóxicos que se haya demostrado que son relativamente inofensivos para las abejas cuando se usan en las concentraciones apropiadas.

2. Mantener una floración continua durante toda la temporada. Los cultivos forrajeros como la arveja, el trébol y la alfalfa hacen una buena serie para el período que abarca la última parte de la primavera y todo el verano. Los árboles frutales, el arce, el espino blanco, el saúco y otras plantas para setos satisfacen por lo general las necesidades de forraje en primavera. Por supuesto, cada zona podría estar mejor servida por plantas adecuadas a su clima y a las necesidades de la agricultura.

3. Establecer y conservar setos alrededor de los campos de cultivo y a lo largo de los caminos, las zanjas y los canales. Las plantas de tallo meduloso, tales como el saúco, el zumaque y el árbol del cielo, debieran aconsejarse para dichos setos. Unas rozaduras ligeras los harían más adecuados para anidar que si se dejan intactos.

4. Plantas de tallo hueco tales como la lechetrezna, la chirivía silvestre, el carrizo y la cardencha debieran quebrarse después de bien desarrollados los tallos. Éstos proporcionarán lugares para anidar a las abejas cortahojas y lugares seguros para la invernada de muchas especies.

5. Establézcanse y protéjanse zonas de pastos perennes que crecen en manojos, especialmente a lo largo y en lo alto de las riberas. Proporcionarán lugares para que aniden los abejorros y tenderán a estabilizar y proteger las orillas. Las riberas protegidas en esta forma, en especial si son casi verticales, son lugares ideales para que aniden muchas clases de abejas.

6. Evítese que los lugares conocidos de nidada de las abejas gregarias sean cultivados, inundados, pisoteados o invadidos por una vegetación densa. Si es necesario amplíese la superficie de nidada disponible y establézcanse nuevas zonas que ofrezcan las mismas condiciones que las ya pobladas. En los últimos años los productores de semilla de alfalfa descubrieron muchos sitios de nidada. Una vez informados de su valor, los cultivadores por lo general desean y hasta anhelan conservarlos intactos. Algunas, y quizá la mayoría de las especies de abejas gregarias, emigran en grandes grupos a las zonas recién preparadas. No pasará mucho tiempo sin que se pueblen nuevas zonas, si son favorables para el aumento de la población las demás condiciones.

Otra manera de ver el problema es la que tiene en cuenta la utilización más conveniente de las poblaciones disponibles de polinizadores nativos. Las reglas siguientes se pueden aplicar a muchos cultivos:

1. Siémbrense los cultivos en zonas donde se sepa que abundan los polinizadores nativos. En la mayor parte de los casos esas zonas estarán próximas a tierras incultas o rodeadas por ellas.

2. Al mismo tiempo limítese la extensión del cultivo en floración a la que puedan cubrir los polinizadores nativos.

3. Redúzcanse las fuentes de polen y néctar que compitan con los cultivos.

4. Hágase coincidir la floración de la cosecha con el período de mayor abundancia natural del polinizador. (En general, sólo nos referimos aquí a las cosechas forrajeras).

GEORGE E. BOHART, *miembro de la Sección de cultivo de la abeja de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal, está encargado de los estudios de polinización en relación con la producción de semillas de legumbres que se realizan en el Laboratorio de Investigación de Semillas de Legumbres en Logan, Utah.*

Crianza de las abejas

Otto Mackensen y William C. Roberts

COMO LAS ABEJAS producen miel y cera y ayudan a polinizar muchas plantas, beneficia a los apicultores y a los agricultores mejorarlas cultivándolas.

Por muchos años ha cultivado abejas el hombre, pero la cría selectiva de ellas se ha quedado muy atrás en relación con la de otros animales y plantas domésticos. Las razones principales para eso provienen de la naturaleza social de las abejas melíferas, del apareamiento de la reina con el zángano fuera de la colmena y de un mecanismo letal que puede matar un gran porcentaje de huevos y de crías.

Las abejas melíferas no se aparean, ni se reproducen ni sobreviven en parejas aisladas, como lo hacen los insectos no sociales. Cada colonia consta de una reina fértil y de sus muchas hermanas estériles las abejas obreras. Todas contribuyen al mantenimiento de la colonia. La colonia y no el individuo es la unidad sobre la que debe basarse la selección de los individuos para cría. Después que se ha escogido una colonia de superior calidad sólo se pueden usar como individuos para cría las reinas vírgenes hermanas de las obreras y los zánganos que son hijos de la reina.

La calidad para la cría de una colonia puede ser ocultada por factores ambientales. Una gran cosecha de miel de una colonia puede ser el resultado del pillaje y no de su laboriosidad en transportar néctar del campo. Una reina puede tener una alta producción potencial de huevos, pero el número real de huevos que pone diariamente depende del tamaño de la población de la colonia, de su alimento y del espacio.

El zángano, que se desarrolla de un huevo no fertilizado, es haploide: tiene solamente un conjunto simple de cromosomas y de genes, diminutos elementos de la herencia. Las espermas que produce son todas idénticas genéticamente; tienen los mismos genes que el zángano. Las reinas y las obreras, que se desarrollan de huevos fertilizados, son diploides: tienen conjuntos dobles de cromosomas y de genes. En la producción de huevos, los genes se separan, de suerte que cada huevo lleva la mitad de los genes de la reina. Una reina puede aparearse con uno o varios zánganos, pero después del período de apareamiento no vuelve a aparearse.

La reina guarda la esperma en una estructura esférica llamada espermateca y suelta un poco cada vez cuando pone los huevos. Si la reina se aparea con un zángano, todas las obreras de la colmena reciben genes idénticos del zángano y toda la variabilidad genética procede de la reina. Lo mismo ocurre con las

reinas criadas en la colonia. Si la reina se aparea con dos o más zánganos, habrá una variabilidad mayor en las obreras.

Para el mejoramiento de la cría es esencial, evidentemente, el control de la paternidad. En esto las abejas melíferas presentan un problema especial porque la reina abandona la colmena para aparearse. Regresa después de 15 ó 20 minutos dando muestras de que se ha realizado la cópula, pero dónde y cómo se realiza ésta es un punto que aun se discute. Han fracasado los esfuerzos para que la reina se aparee en confinamiento.

De los diferentes métodos empleados para el control del apareamiento, dos han resultado los más prácticos: el aislamiento, colocando las colonias que tienen individuos para la cría (reinas vírgenes y zánganos) en un lugar alejado de otras abejas, y la inseminación artificial tomando semen de uno o más zánganos e inyectándoselo a la reina por medio de instrumentos especiales.

Cada método tiene sus ventajas y sus inconvenientes y un lugar en los programas de cría de abejas.

En una temporada de apareamiento pueden aparearse a un tiempo y en gran número diversos tipos de reinas vírgenes, pero sólo a un tipo de zángano se le permite efectuar la cópula. Debido a que pueden entrar en la zona sin ser advertidos enjambres extraviados, nunca se puede estar seguro de que el aislamiento sea totalmente efectivo, aun cuando se hayan llenado los requisitos de distancia. Los apareamientos individuales se pueden distinguir porque muchas reinas lo hacen más de una vez.

Por otro lado, el control del parentesco puede ser absoluto con el instrumental de inseminación. Se pueden usar simultáneamente muchos tipos de zánganos en la misma reina y pueden hacerse a voluntad apareamientos individuales o múltiples en cuanto a los zánganos. Pero debido a que la operación consume mucho tiempo sólo puede hacerse un número limitado de inseminaciones.

Las distancias necesarias para el aislamiento completo en una temporada de apareamiento en condiciones diversas no se han determinado completamente. En algunos experimentos las reinas vírgenes no efectuaron la cópula cuando la fuente más cercana de zánganos estaba a unos 9.5 kilómetros de distancia. Puede convenir una distancia más corta cuando existen suficientes zánganos del tipo deseado o cuando el lugar está aislado geográficamente ya sea por montañas o por agua.

La Sección de Apicultura de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal mantuvo por dos años una estación de apareamiento en Grand Isle, en la costa pantanosa de Louisiana. Estaba a 32 kilómetros de otras abejas y se hallaba suficientemente aislada. Las reinas y los zánganos de variedad amarilla, altamente seleccionados, que se utilizaron allí para el apareamiento, no mostraron señal de haberse apareado con zánganos extraños. Desde 1948 se ha utilizado Kelleys Island, Ohío, a unos 7 kilómetros de tierra firme en el Lago Erie, como una estación de apareamiento para la producción en masa de reinas híbridas. Este lugar está también suficientemente aislado. Las reinas vírgenes no se aparean durante una ausencia completa de zánganos en la isla, aunque las colonias de tierra firme, a 8 ó 10 kilómetros de distancia, tenían zánganos. Probablemente las islas, las costas pantanosas y las zonas desérticas ofrecen los lugares mejores para las estaciones aisladas de apareamiento.

La inseminación instrumental la puede aprender cualquiera, pero son pocos los apicultores que la utilizan debido a lo costoso del equipo y al mucho tiempo necesarios.

Los instrumentos principales que se necesitan son un microscopio estereoscópico, un instrumento para administrar bióxido de carbono como anestésico y el equipo mismo para la inseminación (mesa para manipulaciones, ganchos

para sujetar, sostenedor de reinas y jeringa). El procedimiento, tal como lo practicamos en 1952, y sus resultados se describen en los párrafos siguientes:

Se hace que la reina entre hacia atrás en un tubo para sujetar reinas hasta que sobresale la punta del abdomen. Se asegura por medio de un tapón, a través del cual se pasa bióxido de carbono y se coloca en la mesa de trabajo. Entonces se separan las plaquitas quitinosas de la punta del abdomen con los ganchos para dejar al descubierto la abertura genital. El semen se toma de los zánganos con la jeringa y se inyecta en la abertura genital de la reina. Este trabajo lleva unos cinco minutos.

El pene del zángano es relativamente largo y lo saca invertido en la cópula, pasando el semen al final del pene volteado. En la inseminación artificial se hace la inversión parcial aplicando vapores de cloroformo y se termina por presión. El semen aparece en el extremo del pene invertido como un fluido de color crema acompañado de moco blanco. Después de una práctica pequeña el operador puede tomar fácilmente el semen en la jeringa.

Una estructura en forma de lengua, el pliegue valvular, obstruye la abertura del oviducto. El pliegue debe empujarse a un lado para permitir que pase la punta de la jeringa. El semen se debe depositar en el oviducto para que la inseminación sea segura. El fracaso parcial o total de los primeros investigadores se debió quizá, en gran parte, al desconocimiento de esta estructura o a no haberla tenido en cuenta. De los oviductos los espermatozoos emigran a la espermateca.

Durante la operación de inseminación se hace pasar una corriente de bióxido de carbono por el tubo que mantiene inmóvil a la reina. El bióxido de carbono actúa como anestésico y también estimula la oviposición temprana. Bien manejado, reduce el tiempo normal en la postura inicial de 40 días después de aparecidas reinas no tratadas once días y medio, que es aproximadamente el plazo para la postura inicial después del apareamiento natural. Se le dan tres exposiciones de 10 minutos de duración con intervalos de un día. Con o sin inseminación, esto estimulará la producción de huevos en las reinas. Tienen el mismo efecto otros anestésicos y corrientes eléctricos.

Usando una cámara portaobjetos para contar con un microscopio las muestras de esperma, encontramos que las espermatecas de las reinas apareadas en forma natural contenían un promedio de 5.73 millones de espermatozoos y las de las reinas inseminadas con esperma de un solo zángano contenían un promedio de 0.87 millones. Suelen tomarse unos 2.5 milímetros cúbicos de tres zánganos. El número medio de espermatozoos que llegaron a la espermateca cuando se dio esta cantidad una, dos, tres y cuatro veces fue de 2.97, 4.11, 4.85 y 5.52 millones, respectivamente. En las cópulas individuales el número varió mucho, pero la variación no fue tan grande cuando aumentaron la cantidad de semen y el número de inyecciones. Cuando se hicieron tres o cuatro inseminaciones la variación fue menor que la de las reinas apareadas naturalmente. Dos inseminaciones de 3 ú 4 milímetros cúbicos dieron resultados excelentes. Las reinas inseminadas así actuaron tan bien como las reinas del mismo linaje apareadas en forma natural.

Las reinas que ponen huevos no fecundados en celdillas para obreras, donde quieren poner huevos fértiles, se llaman zanganeras. Con inseminaciones de un solo zángano, algunas reinas serán parcial o totalmente zanganeras cuando principian a poner, y otras llegarán a ser zanganeras más tarde. Sin embargo, algunas han dado buenos resultados en colmenas pequeñas durante un año o más. Cuando se administran inseminaciones mayores rara vez se encuentran zanganeras al empezar a poner huevos.

El porcentaje de reinas buenas ponedoras varía con la raza y las condiciones de la crianza. Los resultados que obtuvimos en dos linajes durante la tempo-

rada de 1950 dan idea de lo que se puede esperar. De 38 reinas inseminadas en un linaje, 36 (95 por ciento) principiaron a poner; 33 (87 por ciento) se consideraron reinas buenas. En otro linaje de no gran pureza se inseminaron 32 reinas; 25 (78 por ciento) principiaron a poner, y 22 (69 por ciento) se consideraron reinas buenas. En ambos grupos se produjeron buenas crías de obreras.

Algunos hombres han hecho aportaciones de gran valor. Lloyd R. Watson, de Alfred, Nueva York, inventó una jeringa muy práctica y fue el primero en dar a conocer (1926) una buena técnica que después pudieron usar otros. W. J. Nolan, de la Sección de Apicultura, inventó todo el dispositivo básico para la manipulación y un sostenedor de reinas. Harry H. Laidlaw, de la Universidad de California, en Davis, hizo un estudio anatómico detallado de los órganos reproductores de las abejas y señaló la importancia del pliegue vulvar.

Desde 1935 nosotros hemos procurado mejorar el dispositivo y la técnica para la inseminación instrumental. Encontramos que el semen puede colectarse más rápidamente del pene totalmente invertido que de las vesículas seminales o de las partes disecadas del pene invertido parcialmente, como lo hicieron los primeros trabajadores.

El mayor adelanto en el equipo fue el realizado en la jeringa. Se construyó una jeringa puntiaguda de vidrio que en el extremo terminaba con un diámetro exterior de menos de 0.3 milímetros (0.012 pulgadas), de modo que podía insertarse dentro del oviducto, que por lo general tiene un diámetro de 0.33 milímetros. El tubo para el émbolo tenía un diámetro interior de 0.41 milímetros, con longitud suficiente para dar a la jeringa una capacidad de unos 3 milímetros cúbicos, que es la cantidad de semen que suele obtenerse de tres o cuatro zánganos. Posteriormente se hizo un pico de plástico del mismo tipo y menos quebradizo.

Finalmente se inventó una jeringa que eliminó el molesto émbolo excesivamente ajustado. Lleva un diafragma de hule. La base del pico se coloca contra el diafragma y tiene una depresión en forma de cono dentro de la cual empuja el diafragma un émbolo que se mueve con un tornillo. Al usarla, primero se llena el pico de agua, después se saca un poco de agua y se toma semen en su lugar. Esta punta tiene un cuerpo principal de 0.625 milímetros (0.025 pulgadas) (diámetro interior) y disminuye gradualmente a lo largo de 3.9 milímetros hasta un diámetro interior de 0.15 milímetros. El diámetro exterior de la punta es de 0.25 de milímetro (el diámetro medio del oviducto es de 0.325 milímetros).

Un mecanismo letal en las abejas complica la cría. Para aclarar este mecanismo son necesarias algunas explicaciones preliminares.

Hemos explicado la localización de los determinantes de la herencia, los genes, en orden lineal sobre los crosonomas, y cómo los heredan las abejas. Cuando los genes son pares, como en la reina diploide, y un miembro tiene una acción diferente al otro, se dice que cada gene es alelomorfo del otro. Los individuos de la población pueden llevar aun otros alelomorfos en la misma posi-

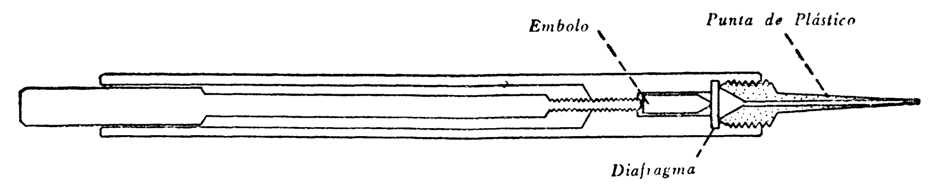


Diagrama de la sección de una jeringa

ción sobre los cromosomas, y puede haber una larga serie cada uno de los cuales tenga una acción ligeramente distinta. La fertilización puede unir diferentes combinaciones de alelomorfos.

Los genes tienen efectos distintos. Algunos de ellos tienen efectos perjudiciales. En algunos casos este efecto es tan grande que el gene mata al individuo que lo hereda. A este gene se le llama letal.

Los letales que nos interesan son miembros de una serie de alelomorfos que se han designado como *a, b, c, d,* etc. Las hembras (reinas y obreras) son siempre heterozigotas, esto es, contienen dos de estos alelomorfos que son diferentes, como, por ejemplo, *a* y *b*. Una reina con este contenido produce huevos, la mitad de los cuales son *a* y la otra mitad son *b*. Como los zánganos se desarrollan de huevos no fecundados, la mitad de los hijos son *a* y producen únicamente esperma *a,* y la otra mitad son *b* y producen solamente esperma *b*.

Cuando un huevo *a* es fertilizado por una esperma que lleva un alelomorfo letal diferente, tal como el *b,* resulta una reina o una obrera con una composición *a/b*. Si es fertilizado por una esperma que lleva un alelomorfo similar *(a),* esta combinación homozigótica *(a/a)* causa la muerte del individuo antes de la madurez, generalmente en la etapa de huevo. Cuando una reina *(a/b)* es apareada con un zángano que lleva un alelomorfo letal diferente, tal como *c,* entonces toda la prole que resulta de los huevos fecundados tendrá alelomorfos letales desiguales *(a/c, b/c)* y será viable, o sea, capaz de vivir hasta la madurez. La eficiencia en los nidos de cría será alta y la colonia estará bien poblada. Por otro lado, si la reina se aparea con un zángano que tiene alelomorfos letales similares, tal como *b,* entonces la mitad de su prole resultante de huevos fecundados será a/b y viable, y la otra mitad será homozigota *(a/a)* y morirá. Debido a que la mayoría de los huevos moribundos no son removidos hasta el período de eclosión, 3 días después de haber sido puestos, es baja la eficiencia en el nido de cría y resultará una colonia débil.

El fracaso en la selección para eliminar los genes letales indica que no existe en esa parte un gene no letal. La consanguinidad reduce el número de letales en la población y aumenta las posibilidades de que se junten letales análogos y produzcan una viabilidad baja. El cruzamiento trae nuevos letales a la población y esto aumenta la frecuencia de viabilidad alta.

Una serie similar de letales en un insecto afín, el *Bracon hebetor,* mejor conocido por los genetistas como Habrobracon ha sido estudiada por P. W. Whiting, de la Universidad de Pennsylvania. En este insecto se ha establecido una asociación definida con el sexo. Esta asociación no ha sido demostrada en la abeja melífera, donde el fomento del cruzamiento puede ser justificación suficiente para la existencia de tan devastador mecanismo letal.

Mientras se realiza el apareamiento de individuos, el porcentaje de huevos fecundados viables pueden ser cerca del 100 por ciento o cerca del 50 por ciento. Por supuesto, puede existir un porcentaje pequeño de muertes debidas a otras causas. Si el apareamiento es natural, muchas reinas se aparearán dos veces y a menudo resultarán viabilidades intermedias, dependiendo de la composición de la reina y del zángano y la proporción de tipos de esperma almacenados en la espermateca. Lo mismo ocurre cuando se usan varios zánganos en la inseminación artificial.

Algo se puede aprender de los alelomorfos letales opuestos en un cruzamiento dado por una serie de apareamientos individuales. Si toda la prole es altamente viable, entonces los alelomorfos letales opuestos son diferentes; si parte de la prole es poco viable, entonces algunos de los alelomorfos opuestos son similares.

Los alelomorfos letales se pueden identificar con más facilidad cuando cruzamos linajes o castas que contienen únicamente dos alelomorfos cada uno. Los cruzamientos entre esas castas por apareamientos individuales caerán dentro

de una de las tres clases siguientes: 1) toda la prole de viabilidad baja, lo cual revela que los alelomorfos son iguales; 2) toda la prole de viabilidad alta, lo cual revela que los alelomorfos son distintos, y 3) la mitad de la prole de viabilidad alta y la otra mitad de viabilidad baja, lo cual revela que las dos castas tienen un alelomorfo en común. Este procedimiento se ha usado para determinar líneas testigos de dos alelomorfos con alelomorfos identificados definitivamente para usarlas en la determinación de los alelomorfos de cualquier casta para cría no probada.

Las líneas de dos alelomorfos pueden establecerse rápidamente de una de estas dos maneras: 1) haciendo apareamientos individuales y cría de una prole de viabilidad baja, y 2) por apareamientos de reinas no fecundadas, con sus propios hijos. El segundo modo se realiza induciendo a las reinas vírgenes a que pongan mediante la exposición al bióxido de carbono, criando zánganos de ellas y apareándolos con sus madres. Como la reina virgen solamente puede contener dos alelomorfos letales, sólo existen dos alelomorfos en la línea establecida.

Por esta razón los alelomorfos letales son importantes en la cría de abejas. Los apareamientos que incluyen alelomorfos similares causan viabilidad baja en la cría y reducen la población de la colonia. Esto a su vez reduce la productividad de la colonia. La selección para cualidades como la producción de miel, que es influida profundamente por la población de la colonia, es ineficaz a menos que las condiciones letales sean comparables en todas las colonias. Debido a que los letales no pueden ser eliminados por selección, parece más prometedora alguna forma de hibridación controlada.

El primer criador de abejas produjo reinas vírgenes de sus mejores colonias y en esta forma controló al progenitor hembra. Ensayó el control del progenitor macho estimulando a ciertas reinas (colonias) a producir gran número de zánganos. En esta forma aumentó las oportunidades para que sus reinas seleccionadas pudieran aparearse con estos zánganos seleccionados. Desde los primeros tiempos se ha practicado alguna forma de selección en masa. Se hicieron progresos en la selección del color del cuerpo, del tipo y del temperamento, pero dudamos que se haya logrado un mejoramiento grande en características más difícilmente mensurables, como es la producción de miel y el vigor. En realidad, la continua selección de color, tipo y temperamento tuvo por resultado una reducción de la producción de miel y del vigor, de la que son ejemplo las abejas doradas producidas en los Estados Unidos. Parecían muy lindas, pero eran de baja productividad.

No encontrando un mejoramiento real mediante la selección en masa, el criador norteamericano de abejas buscó castas nuevas de otros apicultores del país o importó razas y castas del extranjero. Al mezclarlas con su propia casta, hibridó intencional o inadvertidamente dos razas o castas. La superioridad de las primeras generaciones fue atribuida inexactamente a la nueva casta. Los híbridos, por supuesto, no formaron verdaderas castas y fue imposible mantener la superioridad en las generaciones posteriores. A medida que progresaba la consanguinidad, llegó a ser más y más frecuente la viabilidad reducida debido al apareamiento de alelomorfos letales similares.

Los preceptos de mejoramiento de la prole usados con éxito por los primeros criadores de plantas y animales contenían ideas como *lo semejante produce lo semejante o la semejanza de algún antepasado, la consanguinidad produce prepotencia o refinamiento y el cruce lo mejor de lo mejor.* El desarrollo de todas las razas de ganado incluyó alguna consanguinidad para producir uniformidad dentro de las razas mismas.

Si el apicultor sigue los pasos del criador de animales y trata de fijar características por consanguinidad o cruzando castas, inmediatamente se encontraría

en dificultades. Estos sistemas de crianza casi invariablemente aumentarán la proporción de apareamientos de viabilidad baja por reducción del número de aleloformos letales en la línea. Lo que gana el apicultor en uniformidad y fijación de características deseables puede, pues, ser aún más que anulado por el aumento de mortalidad.

Para producir colonias uniformes con cría de viabilidad alta se han de cruzar razas o castas que es probable que contengan diferentes alelomorfos letales o líneas especialmente seleccionadas de composición alelomórfico-letales conocidas.

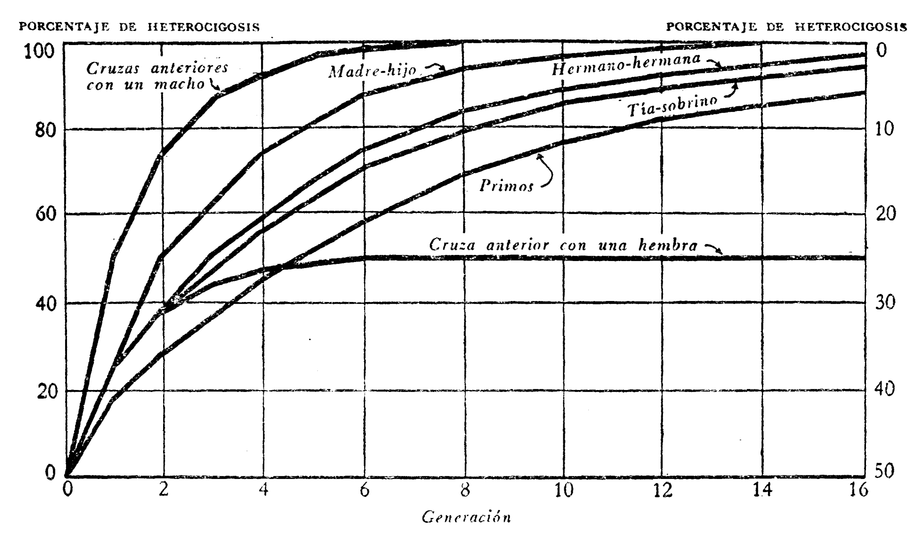
La cría híbrida parece que es la mejor solución de los criadores de abejas para la solución de sus problemas especiales. Las plantas y los animales se han mejorado con frecuencia por cruzamiento. Las plantas híbridas generalmente son más altas que sus progenitores, más grandes de tamaño, más vigorosas, de vida más larga y más resistente a las enfermedades. Los animales se comportan como las plantas cuando esto llega por herencia. Los efectos de la hibridación en los pollos, ratones, conejillos de indias y conejos son los mismos que en las plantas. La superioridad del maíz híbrido lo atestigua el hecho de que el 81 por ciento de todo el maíz sembrado en 1951 en los Estados Unidos fue semilla híbrida. Por esta razón, las abejas híbridas parecen ofrecer el método más seguro y rápido de conseguir la superioridad en producción, en viabilidad de los huevos y en actuación.

La consanguinidad seguida del cruzamiento ha sido el método eficaz empleado por los productores de plantas y animales. La consanguinidad es el apareamiento de individuos estrechamente emparentados, como padre y prole, hermano y hermana o primos. Después de algunas generaciones cada casta o linaje consanguíneo llega a ser constante y uniforme dentro de sí misma, pero claramente distinta de otras castas o linajes consanguíneos. Las líneas consanguíneas pasan por un proceso tal de purificación, que sólo pueden sobrevivir los individuos que poseen mucho de lo mejor que había al principio en las castas originarias. Aunque esas mismas líneas consanguíneas sean inferiores, tienen posibilidades como padres. Cruzando líneas consanguíneas pueden reunirse nuevamente las mejores cualidades distribuidas en varias líneas consanguíneas y crear una nueva variedad. El tamaño, el vigor, la fertilidad y la viabilidad pueden ser restaurados completamente en el híbrido con la ventaja de un mejoramiento efectivo mediante la eliminación de los caracteres indeseables.

Las cruzas entre ciertas líneas consanguíneas han mostrado una combinación de caracteres deseables que definitivamente son superiores a los de las castas que dieron origen a los consanguíneos. Esta superioridad no podría haberse alcanzado tan fácilmente solamente por selección en la casta original.

Para producir abejas híbridas el apicultor puede cruzar diferentes razas, o clases, o líneas consanguíneas de abejas. A menos que las razas o clases sean homozigóticas para los caracteres deseados, los híbridos serán variables. Además, los híbridos producidos al siguiente año o de otros cruzamientos de las mismas razas o clases se diferenciarán unos de otros. El único método seguro para tener híbridos uniformes es cruzar castas o líneas consanguíneas que sean homozigóticas para los caracteres deseados.

Para crear líneas puras o consanguíneas el criador de abejas debe saber qué apareamientos han de hacerse para obtener la deseada consanguinidad con el gasto menor de tiempo y de trabajo. Debido a los hábitos de apareamiento de las abejas, es una necesidad económica que todos los apareamientos consanguíneos se realicen por inseminación artificial. La gráfica número 1 muestra el porcentaje de consanguinidad en generaciones sucesivas por diferentes sistemas de endogamia posibles en las abejas. El porcentaje de consanguinidad es el porcentaje de lugares heterozigotos en los individuos primeramente selec-



1. El porcentaje de entrecruzas y el de heterozigosis (asumiendo que el valor inicial sea de 50%) en las generaciones sucesivas de varios sistemas de entrecruzas en las abejas de miel.

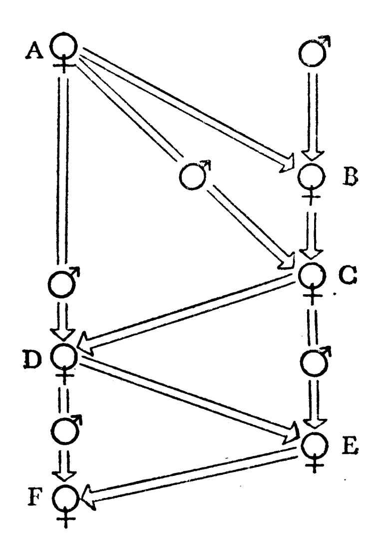
cionados que llegan a ser homozigotes por consanguinidad. La consanguinidad no tiene efectos sobre genes ya homozigotos existentes en la línea, por lo que sólo nos interesan los lugares originalmente heterozigotos. Como el criador de abejas no puede saber cuáles genes eran originariamente heterozigotos y qué efectos tiene cada gene, sólo puede medir la pureza relativa de las castas por el porcentaje de consanguinidad.

Los dos sistemas de endogamia que aumentan más rápidamente la homozigosis (cruza regresiva con un macho y apareamientos de madres con hijos) no son aconsejables desde el punto de vista económico. La pérdida de individuos para cría y consecuentemente la pérdida de líneas consanguíneas es alta cuando se siguen estos sistemas exclusivamente. El tercer método, más rápido, para aumentar la homozigosis es el apareamiento de hermanos y hermanas. Este es el sistema más práctico. Debido a que los zánganos maduran con más lentitud que las reinas, el cruzamiento regresivo con una hembra para las dos generaciones primeras produce consanguinidad de 37.5 por ciento más rápidamente, en tiempo consumido por generación, que los apareamientos hermano-hermana, como se ve en las dos generaciones primeras en la segunda gráfica. Así, se recomienda una combinación de cruza regresiva con la reina originaria seleccionada para las primeras dos generaciones, seguida por apareamientos hermano-hermana en todas las generaciones futuras, para la producción de líneas consanguíneas en el período de tiempo más corto. Como todos los apareamientos en este sistema pueden ser apareamientos múltiples con zánganos (todos los zánganos de cada apareamiento son hijos de una misma reina), se tiene éxito seguro en la producción y conservación de líneas consanguíneas.

El criador de abejas debe saber qué tipo de endogamia aplicará en sus enjambres. Si principia una línea consanguínea por cruzamiento regresivo para dos generaciones y después realiza apareamientos hermano-hermana, podrá esperar que cada línea sea cada vez más y más uniforme a medida que progresa la consanguinidad. Pero lo más perceptible para las primeras generaciones será la calidad de la cría.

Si la reina B, hija de A, se aparea con varios zánganos (hijos de A), la

viabilidad de la cría de la reina B tendrá un promedio del 75 por ciento. Una reina hija C se aparea entonces con hijos de la reina A y tendrá cría con viabilidad de un promedio del 75 o el 50 por ciento. Si es el 50 por ciento, la línea se ha reducido a dos alelomorfos letales y la cría de reinas D, E, y F también tendrá el 50 por ciento si se aparean como se ve en el diagrama. Si la cría de la reina C es viable en un 75 por ciento, la de D puede serlo también en el 75 por ciento, pero en alguna parte del diagrama, no lejos de E o F, la viabilidad caerá probablemente al 50 por ciento y permanecerán en ese nivel todas las generaciones futuras. Sin embargo, es posible conservar la viabilidad en el 75 por ciento por selección, pero el criador reduciría ligeramente la efectividad de la consanguinidad por selección para la heterozigosidad de los alelomorfos letales y de otros genes ligados a ellos. Esto probablemente es aconsejable para seleccionar los apareamientos que producen cría viable en el 50 por ciento en la generación C o D y reducir rápidamente todas las líneas consanguíneas a dos alelomorfos letales y consecuentemente tener el 50 por ciento de viabilidad en todas las líneas consanguíneas. Si se hace esto, se realiza más fácilmente un análisis de los alelomorfos letales en todas las líneas consanguíneas. Por la prueba del cruzamiento para identificar los alelomorfos letales en cada línea el criador puede predecir cuáles cruzamientos darán cría con viabilidad alta en los híbridos y cuáles cruzamientos darán viabilidad media o baja.



2. Diagrama por medio de flechas de un sistema de acoplamiento recomendado para entrecruzas en las abejas. Después de dos generaciones de cruzas anteriores con una reina escogida la línea se continúa con acoplamientos entre hermano-hermana.

En una temporada de endogamia es posible llegar a producir numerosas reinas hermanas de la generación D y hacer que se apareen con sus hermanos (zánganos producidos por su madre la reina C). Esas reinas invernarán, y al siguiente año el criador puede hacer cruzamientos de prueba mientras continúa haciendo la consanguinidad de líneas por apareamientos de hermanos con hermanas. Es aconsejable probar las líneas consanguíneas en la generación de reinas E (consanguíneas en el 50 por ciento). Una generación de apariamientos de hermanos y hermanas se puede hacer cada año después de la primera temporada. Esto asegura la continuidad de las líneas consanguíneas hasta que se seleccionen en combinaciones híbridas. El criador de abejas puede hacer muy poco por selección en tanto efectúa la consanguinidad. Seguramente puede seleccionar reinas y zánganos en cada generación para el color y la apariencia general. En un sentido, puede probar la prole de cada generación midiendo cualidades como la longitud de la lengua, el largo de las alas, el color o el temperamento; pero el valor económico de las abejas se mide por la productividad total de toda la colonia.

Así, pues, puede hacerse poca selección sometiendo a prueba los consanguíneos como consanguíneos apareados con zánganos de la misma línea. Como la viabilidad de la cría en líneas con dos alelomorfos es sólo del 50 por ciento, las colonias encabezadas por reinas consanguíneas carentes de vigor no desarro-

llan población suficiente para evaluar exactamente características tan importantes económicamente como la producción de miel, las tendencias a la enjambrazón y las cualidades para resistir el invierno. Esta selección de consanguíneos como consanguíneos es complementaria y no sustitutiva de la selección entre líneas consanguíneas cuando se realiza en cruzamientos con otras líneas consanguíneas.

En 1937 la Sección de cría de abejas emprendió en forma seria el cruzamiento de abejas al iniciarse en dicho año un programa para producir castas resistentes a las enfermedades. El primer trabajo se había limitado en gran parte al control del apareamiento, a la introducción de razas y a estudios sobre las características de las razas.

El programa se inició en cooperación con las estaciones experimentales de los Estados de Iowa, Texas, Wisconsin y Wyoming. Los trabajos en Iowa habían revelado que algunas castas eran más resistentes que otras. Todos los años se pusieron a prueba colonias encabezadas por hijas de reinas muy resistentes de los años anteriores. Las reinas fueron apareadas en estaciones de apareamiento aisladas. En las tres líneas principales que se llevaron hasta 1945, una mostró un aumento definido en resistencia, otra un aumento menor y la tercera aumentó un poco o nada. Estas líneas llegaron a estabilizarse en niveles característicos muy por debajo de la inmunidad completa. La selección de colonias negativas (que no enfermaron después de la inoculación) fue más efectiva que la selección de colonias que se habían restablecido (de la enfermedad producida por la inoculación).

En los trabajos sobre resistencia se usó por primera vez la inseminación artificial en 1943, en escala pequeña, y tuvo tanto éxito que en 1946 se suspendieron los apareamientos naturales. La resistencia aumentó inmediatamente, indicando que el progreso lento usando el apareamiento natural podía haberse debido a que no se habían realizado los apareamientos. En corto tiempo, grupos enteros de prueba no padecieron ninguna enfermedad. Los híbridos producidos por cruzamiento de las líneas resistentes fueron resistentes y también más productivos que los consanguíneos.

Estos alentadores resultados con híbridos resistentes a las enfermedades estimularon la ampliación de este método de cría para que abarcase otras características de importancia económica. Las líneas consanguíneas de abejas se desarrollaron de varias reinas que produjeron colonias notables de abejas. Estas reinas se seleccionaron no solamente porque sus colonias produjeron grandes cosechas de miel, sino porque poseían otras cualidades deseables, como docilidad, vigor, producción grande de huevo, o no tenían tendencias a la enjambrazón. Después que se logró la consanguinidad en las líneas, éstas se cruzaron y se probaron en varias combinaciones híbridas. Reinas inseminadas artificialmente se probaron por primera vez para la producción de miel en 1943. Como se esperaba, fueron notorias las diferencias entre diversas combinaciones híbridas en los comienzos del programa de cría y de prueba.

Pronto llegó a ser evidente que era deseable la prueba de los híbridos en un amplio margen de condiciones climáticas y ambientales. Por esta razón, la Sección de apicultura del Departamento de Agricultura llegó a un acuerdo con la Asociación Cooperativa para el Mejoramiento de la Abeja Melífera, que no tiene fines lucrativos. A través de este organismo, apicultores de todos los Estados Unidos distribuyeron y probaron gran número de reinas híbridas de diferentes tipos. Estas reinas se producen en Kellis Island, en el Lago Erie. Como la isla está aislada, se pueden controlar los apareamientos. Todas las reinas híbridas se aparean naturalmente con zánganos producidos por otras reinas híbridas no emparentadas con ellas. En esta forma, las colonias testigos tienen reinas de hibridación sencilla y las obreras de esas colonias son híbridos dobles. Teniendo

solamente una estación de apareamiento aislada, los tipos diferentes de reinas con hibridación sencilla deben aparearse todas con zánganos de un tipo de hibridación sencillo. Algunas de las reinas se prueban en los diversos laboratorios de cultivo de abejas del Departamento de Agricultura, el cual también continúa probando otros híbridos inseminados artificialmente.

Los apicultores que han adquirido reinas para prueba se impresionaron favorablemente por la superioridad de ciertos híbridos dobles que han producido más del 50 por ciento de miel que las líneas comerciales análogas. Los híbridos han mostrado también mayor uniformidad, más cría por colonia y cría de viabilidad más elevada que las líneas comerciales.

HEMOS VISTO que los problemas que implica la crianza de la abeja son demasiado grandes para que el criador individual pueda mejorar su casta. El criador poco puede hacer para evitar el apareamiento de individuos estrechamente emparentados, seleccionar con vistas a la alta calidad de la cría y cruzar castas no emparentadas cuando se hace demasiado frecuente la baja viabilidad de la cría.

La crianza y la prueba han demostrado que la hibridación puede producir abejas superiores. Por tanto, la mejor solución es un programa de crianza de híbridos que sólo pueden desarrollar las organizaciones de investigación federales o estatales, organizaciones cooperativas bien financiadas, o firmas comerciales grandes. La última finalidad de estos programas es conseguir algunos híbridos de cuatro direcciones adaptados a diferentes regiones o sistemas de manejo. Los organismos de investigación pueden suministrar la casta básica para la producción de gran número de esos híbridos.

OTTO MACKENSEN *se halla encargado de la crianza de las abejas en la Sección de Apicultura de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal. Está especializado en la investigación de la crianza e inseminación artificial de abejas desde 1935, año en que se incorporó al personal del Laboratorio de Cultivo de la Abeja en los Estados del Sur, que se sostiene en cooperación con la Universidad del Estado de Luisiana, en Baton Rouge. El doctor Mackensen, natural de Texas, se graduó en el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas y en la Universidad de Texas.*

WILLIAM C. ROBERTS, *apicultor de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal, está incorporado al Laboratorio para el Cultivo de la Abeja en los Estados Septentrionales del Centro y a la Universidad de Wisconsin desde 1943. El doctor Roberts, natural de Luisiana, se graduó en las Universidades de Luisiana y de Wisconsin. Entre 1935 y 1943 trabajó en el Laboratorio de Cultivo de la Abeja en los Estados del Sur, en Baton Rouge, y fue profesor de apicultura en la Universidad del Estado de Luisiana. Sus trabajos actuales sobre cría de abejas abarcan la inspección del proyecto de producción de reinas híbridas en Kelleys Island, Ohio.*

Los insecticidas y las abejas

Frank E. Todd y S. E. McGregor

LAS ABEJAS son tan importantes para la agricultura y tan importantes para tantos de nosotros, que no podemos permitirnos el lujo de destruirlas con insecticidas dañinos.

Las dos terceras partes de las 5.600,000 colonias de abejas en los Estados Unidos se encuentran al este del río Mississippi. La mitad de ellas aproximadamente radican en los Estados del Sur. Cerca del 30 por ciento de las 1.946,000 colonias que se encuentran al oeste del Mississippi se halla en los Estados de las Llanuras, el 24 por ciento en California y en los Estados de las Montañas y del Suroeste el 20 por ciento. El 6 por ciento se encuentra en el Noroeste, en la costa del Pacífico. Aunque 500,000 personas tienen abejas en los Estados Unidos, el 80 por ciento de las colonias pertenece a unos 50,000 apicultores, de los cuales cerca de 1,000 dependen de ellas para vivir. Este último grupo controla alrededor de las dos quintas partes de las colonias.

Pero el uso generalizado de insecticidas expulsó de muchos lugares a la apicultura. En las zonas donde se cultiva el manzano, por ejemplo, los agricultores tienen que pagar derechos de alquiler para atraer a dichas zonas a los apicultores para que las abejas aseguren la polinización durante el período de floración, y los productores de semillas de legumbres principian a seguir esta práctica. En muchas zonas donde se cultiva el algodón las aspersiones de polvos arsenicales por aeroplanos casi han acabado con la industria apícola.

Cerca de las tres cuartas partes de la cosecha anual de miel procede de los cultivos de alfalfa, de alforfón, de tréboles, de algodón y de naranjos. La cosecha de miel es la fuente de medios de vida del apicultor, y a menos que cubra sus gastos no puede continuar en el negocio. A su vez, un abandono generalizado de la apicultura reduciría el abastecimiento de polinizadores para las cosechas agrícolas. Aunque las abejas visitan la mayoría de las plantas florales para obtener el alimento con que se sustenta la colonia, son pocas las especies que aportan suficiente néctar para producir una cosecha de miel. Las flores del manzano, por ejemplo, dan polen y néctar para el sostenimiento de las colonias, pero la miel de manzana es desconocida en el mercado.

El diente de león, la mostaza, el cadillo y las malas hierbas que producen goma son ejemplos de fuentes importantes de alimento únicamente para la manutención. Su eliminación con aspersiones contra la cizaña puede limitar el volumen de la apicultura que puede sostener una zona. Las abejas autóctonas dependen de las malas hierbas más aún que las abejas melíferas. Tienen que conseguir sus alimentos en la localidad. A menudo su supervivencia requiere fuentes constantes, generalmente malas hierbas. En el Valle de Sacramento, en California, las aspersiones para combatir las malas hierbas en los campos de granos hicieron casi desaparecer del mercado la miel de cardo estrellado. También se están aplicando herbicidas a lo largo de las cunetas de las carreteras para destruir el trébol dulce y el mezquite, fuentes importantes para la producción de miel. Las abejas no se mueren por las aspersiones contra las malas hierbas, pero su uso generalizado puede reducir gravemente las fuentes de alimentos.

El control de los insectos dañinos a los cultivos agrícolas resulta a veces beneficioso para la apicultura. Casi siempre se pueden aplicar insecticidas sin da-

ñar a las abejas; pero los programas de control en que no se toma en cuenta a las abejas suelen ir seguidos por un agudo problema de envenenamiento de las mismas.

El problema comenzó a principios del decenio de 1870. Entre las colonias de abejas melíferas apareció una enfermedad extraña. En la primavera había montones de abejas muertas alrededor de las colmenas, las colonias no pudieron recobrar después su fuerza y muchas se extinguieron por completo. La enfermedad y el uso de verde de París para controlar la tiña del manzano y del peral aparecieron a la vez. El uso de verde de París se generalizó rápidamente, y lo mismo ocurrió con la enfermedad entre las abejas. No tardaron los apicultores en conocer el origen de sus dificultades: se asperjaban los árboles mientras estaban en floración.

C. M. Brose, de la Estación Agrícola Experimental de Colorado, comunicó en 1888 haber encontrado arsénico en las abejas muertas que tomaron púrpura de Londres y verde de París en jarabe. No encontró arsénico en la miel almacenada, A. J. Cook, de la Estación Agrícola Experimental de Michigan, encontró que las abejas murieron después de haber tomado jarabe o agua que contenía púrpura de Londres con la concentración usada en las aspersiones. Propugnó enérgicamente leyes que prohibieran la aspersión de los árboles frutales en floración.

Los apicultores se quejaron con vigor. En 1891 la Asociación de Entomólogos Economistas nombró una comisión para hallar respuesta a la pregunta: "¿Matan a las abejas melíferas las aspersiones de arsénico aplicadas a árboles frutales en floración?" El presidente fue F. M. Webster, de la Estación Agrícola Experimental de Ohío.

El primer informe de la comisión lo hizo Webster en 1892. Asperjó un ciruelo en floración con verde de París y lo cubrió, encerrando con él una colonia de abejas. El análisis de las abejas muertas descubrió arsénico, antes y después de lavarlas para desprender toda contaminación externa. Fueron menos convincentes los experimentos sobre manzanos sin cubrir. Su segundo informe en 1895 incluyó trabajos más detallados. Encontró arsénico en las abejas muertas recogidas de manzanos asperjados y en abejas tomadas de una colonia que había muerto poco tiempo después de haber sido asperjado el huerto de manzanos donde estaba situada la colonia. Esta prueba convenció a todo mundo. La investigación probó también que las abejas no perjudican la fruta (aunque pueden chupar los jugos de la fruta pasada después que los pájaros o los avispones la han picado) y que las abejas melíferas son una necesidad económica como polinizadores.

En 1920 aparecieron dos nuevos factores: la producción de polvo de arseniato de calcio a costos reducidos y el uso del aeroplano para la aplicación de los insecticidas.

El picudo del algodón había llegado a establecerse en el Sur, pero se redujo su daño con aplicaciones repetidas de arseniato de calcio. Los algodonales cubrían una superficie mayor que las zonas de frutales; el arseniato de calcio era tan tóxico como las aspersiones usadas en los huertos; en consecuencia, las pérdidas de abejas fueron más abundantes. No fue raro que los apicultores perdieran 500 colonias en una temporada. La alternativa era trasladar las abejas o abandonar el negocio. El traslado significaba con frecuencia transportar varios camiones cargados de colmenas a distancias de 160 kilómetros o más a lugares desconocidos y menos provechosos para la miel; además, el apicultor ignoraba con frecuencia si en la localidad se aplicaban insecticidas hasta que veía un aeroplano fumigador o encontraba un colmenar ya envenenado. La apicultura decayó en las zonas algodoneras. Rápidamente la mayor parte de los apicul-

tores se trasladaron unos a zonas lejanas y otros se dedicaron a especialidades como la cría de abejas lejos de las zonas algodoneras.

Los arsenicales aplicados en cultivos en otros lugares causan las pérdidas correspondientes en abejas, aunque los cultivos (tales como tomates, patatas o lechugas) no fuesen atractivos para las abejas. La razón fue que el polvo era llevado hasta las plantas atractivas para las abejas a lo largo de los linderos o fuera de los campos tratados. Los análisis revelaron que, independientemente del lugar o del método de aplicación, todos los arsenicales eran muy tóxicos para las abejas: aproximadamente la tercera parte de una millonésima del peso del cuerpo de la abeja bastaba para causarle la muerte. Además, cualquier producto arsenical llevado al interior de la colmena junto con el polen que acarrean las abejas en las patas, y almacenado como alimento futuro, conservaba su toxicidad durante meses.

Podría esperarse que apareciera en la miel algo de las enormes cantidades de insecticidas aplicadas a las plantas cultivadas. Pero no es así. El néctar es transportado en el saco para la miel, parte especializada del conducto alimenticio. Cuando el néctar contiene veneno, su transportador es afectado inmediatamente. En vez de regresar a su colmena, la abeja hace esfuerzos para sacudirse el efecto del veneno, y se pierde o muere en el campo. Si la abeja regresara con una carga de néctar envenenado, habría un segundo factor de seguridad. Cada gota de néctar es recogida por las abejas de la colmena, que se exponen al veneno más que las abejas de campo. Las abejas de la colmena tienden a dejar la colonia cuando se sienten envenenadas, llevando consigo el néctar envenenado. Por esta razón, es improbable que los venenos lleguen a almacenarse con la miel. Los análisis químicos de la miel almacenada en las celdillas de cría de las colonias afectadas por venenos arsenicales no han revelado indicios de arsénico.

El arseniato de calcio se usó en cantidades crecientes hasta 1946. Otras sustancias resultaban inferiores en volumen o toxicidad. Los arsenicales son como 50 veces más tóxicos para las abejas que la criolita. Se usaron grandes cantidades de azufre, que no daña a las abejas cuando se aplica a los cultivos de campo. Algunos derivados vegetales —nicotina, piretro, cebadilla— fueron aplicados, resultando pérdidas menores por ser inofensivos para las abejas durante unas horas después de su aplicación.

Desde 1946 los insecticidas sintéticos han traído nuevos problemas. Difieren en la fuerza mortífera relativa y afectan en forma diferente a las colonias. Unos, como los arsenicales, causan la muerte de gran número de abejas que mueren cerca de la piquera o entrada de la colmena. Otros, como el clordano, causan la muerte de las abejas en el campo, lejos de la colmena. El hexacloruro de benceno hace que las abejas de las colonias afectadas se sientan furiosamente desazonadas. El DDT causa un pasmo ligero. Los efectos letales por exposición al dieldrín pueden durar una semana, y por exposición al paratión (menos tóxico que el dieldrín, pero muy peligroso) de 2 a 4 días. Las pérdidas por aplicaciones de toxafeno pueden ser insignificantes.

El toxafeno, el menos dañoso para las abejas melíferas, proporciona un buen control de bastantes insectos dañinos. Aplicado a cultivos como la alfalfa, produce más flores, un beneficio real para las abejas melíferas en general. Esta consideración indujo al Departamento de Agricultura a crear en 1949 un laboratorio en Tucson, Arizona, para estudiar los efectos de los insecticidas sobre las abejas.

Los INSECTICIDAS QUE MATAN rápidamente las colonias o permanecen por períodos largos en su alimento almacenado, como los arsenicales, son más peligrosos para la apicultura. Varios de los insecticidas sintéticos matan únicamente

a las abejas de campo que entran en contacto con la sustancia y la colonia afectada recobra su fuerza con el tiempo. Sin embargo, en zonas con plantaciones concentradas como el algodón o la alfalfa, cultivados para semilla, la exposición repetida puede reducir constantemente las abejas de campo en tal forma que la cosecha de miel se pierde y la colonia puede morir por debilitamiento o carencia de alimento. Hasta ahora ningún insecticida sintético usado en escala comercial ha causado tanto daño a las abejas como los arsenicales.

Muchos insecticidas orgánicos se han probado en abejas, tanto en el laboratorio como en el campo. En el laboratorio se ha encontrado que la mayoría son tóxicos como venenos estomacales, por contacto o de ambas maneras. Algunos se han clasificado de acuerdo con sus efectos relativos sobre las abejas, cuando se aplican a las plantas en floración, del modo siguiente: *Se pueden usar con seguridad:* toxafeno, metoxicloro, azufre. *De seguridad dudosa, experiencia variable:* DDT, clordano. *Peligrosos:* —BHC, lindano, aldrín. *Muy destructores:* paratión, dieldrín, arsenicales.

Los insecticidas orgánicos probados se pueden usar con seguridad, generalmente, sobre plantas que no se encuentran en floración. Con una excepción, los campos tratados mientras están en floración son inofensivos para las abejas dentro de las 48 horas siguientes a su aplicación. Los campos tratados con dieldrín no son inofensivos para las abejas durante toda una semana. Los insecticidas aplicados durante las horas en que las abejas visitan el campo son mucho más dañosos que los que se aplican por la noche cuando no hay abejas presentes. Los insecticidas que matan más del 10 por ciento de las abejas que visitan el campo se consideran peligrosos para usarlos en las plantas cuando están en floración.

Los apicultores han ensayado varios medios para resolver el problema del envenenamiento de las abejas. Cuando se limitaba a las zonas productoras de fruta, se patrocinó la legislación que prohibía la aspersión de los árboles frutales en floración. Esas leyes se aprobaron en 1892 en Ontario, en 1896 en Vermont, en 1898 en Nueva York, en 1905 en Michigan, en 1913 en Nebraska y Colorado, en 1915 en Kentucky, en 1919 en Utah y en 1920 en la Isla del Príncipe Eduardo, Canadá. Pronto se vio que tales leyes no eran la solución porque no eran de cumplimiento obligatorio e imponían penas muy leves.

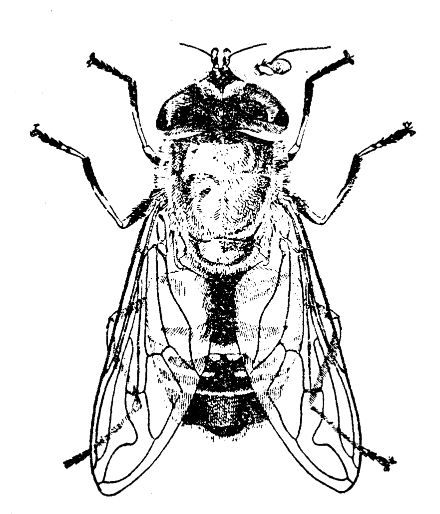
Las pérdidas debidas a las aplicaciones de insecticidas por medio de aeroplanos dieron lugar a litigios, algunos de los cuales se resolvieron en favor de los apicultores. Se ha reconocido el derecho a poseer abejas como propiedad personal. La ley protegerá a las abejas lo mismo que a cualquiera otra forma de propiedad. Se ha sostenido el principio de que una persona no puede usar su propiedad en tal forma que dañe a su vecino como consecuencia de la falta de previsión. Se ha admitido el principio de que el espolvoreo de las cosechas en crecimiento para prevenir las incursiones de los insectos es una operación necesaria y legítima, pero que debe realizarse en momento y forma que no ponga en peligro otras industrias legítimas, como la apicultura.

En California, donde el espolvoreo con aeroplano afecta a varias industrias y donde los comisarios agrícolas del Condado están organizados para hacer cumplir la ley, se utilizan ordenanzas del propio Condado. Las ordenanzas obligan a los operadores que controlan las plagas a obtener el permiso correspondiente y a operar en condiciones estrictas impuestas por los comisarios. Aunque es molesto para el operador y para el comisario, el método ha reducido el envenenamiento de abejas, pero sólo debido a la estrecha vigilancia que permite ejercer el sistema de California de hacer cumplir los estatutos agrícolas.

En Arizona se adoptó un punto de vista colectivo. Una inspección reveló en 1945 que 10,000 colonias aproximadamente habían muerto a consecuencia de los programas de espolvoreo. En 1946 llegaron a un acuerdo los líderes del ne-

gocio de insecticidas y los operadores de los aeroplanos fumigadores por el cual se suspendió prácticamente la venta y uso de arsenicales como insecticidas, sustituyéndolos el DDT y otras sustancias. Como resultado de esto, en los cinco años siguientes se eliminaron en gran parte las pérdidas graves por envenenamiento de las abejas, mejoraron las relaciones y se levantaron mejores cosechas.

En el Condado de Millard, en Utah, los apicultores sufrieron fracasos en la cosecha de miel en el año de 1946 porque los sembrados de alfalfa para semilla se espolvorearon con DDT en la época de floración. Los investigadores habían formulado un programa para el espolvoreo de la planta cuando la flor está en la fase de botón, que controló adecuadamente las chinches del sauce. Los agricultores tuvieron dificultades para calcular las poblaciones de chinches del sauce en sus campos, y por esta razón también espolvorearon la alfalfa en las fases de floración, con los peligros consiguientes para las abejas melíferas. Para mejorar la situación, los inspectores del condado y los productores llegaron a un acuerdo para finanzar juntos los servicios de un entomólogo. Sus obligaciones consistieron en hacer reconocimientos de las poblaciones de insectos y recomendar a los productores medidas de control, dando la debida consideración a la protección de las abejas. El ahorro de insecticidas que se debió a sus indicaciones excedió a su sueldo y a los gastos y prácticamente se eliminó el daño a la apicultura.



La mosca zángano imita muy de cerca a la abeja de miel en su color, tamaño y movimientos.

Mientras se usen insecticidas el envenenamiento de las abejas probablemente seguirá siendo un problema. Aunque la industria apícola sigue sufriendo grandes pérdidas por envenenamiento de las abejas, existe un creciente espíritu de cooperación entre los agricultores y los apicultores. En esto radican las mejores probabilidades de solución.

Frank E. Todd *es apicultor encargado del Laboratorio del Cultivo de la Abeja en los Estados del Sur del Departamento de Agricultura en Tucson, Arizona.*

S. E. McGregor, *apicultor en la Sección de Cultivo de la Abeja de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal, ha trabajado en este campo desde 1925 en los Estados de Texas, Arkansas, Luisiana, Nueva York, Wisconsin y Arizona.*

Los insectos destructores de una mala hierba

James K. Holloway y C. B. Huffaker

En muchos kilómetros cuadrados de tierras de pasto del Oeste, millones de escarabajos del tamaño de un guisante, brillantes, de color metálico, están destruyendo una mala hierba común que durante muchos años ha causado pérdidas económicas inmensas.

La mala hierba, *Hypericum perforatum*, tiene muchos nombres comunes. En California se le llama Klamath, porque fue encontrada por primera vez, alrededor de 1900, en la parte norte de California, cerca del río Klamath. En muchos Estados del Oeste se la conoce como hierba del chivo. El nombre más usual en Europa, de donde es originaria, es el de hierba de San Juan, porque, según la leyenda, florece el 24 de junio, día de San Juan Bautista.

Ha invadido extensas regiones templadas en todo el mundo. En Australia, Nueva Zelandia, Canadá y en los Estados Unidos se la considera como una hierba nociva en las tierras de pastizal. Las zonas invadidas por esta mala hierba en California, se estiman en 200,000 hectáreas. Los Estados de Oregón, Montana, Nevada, Idaho y Washington también tienen miles de hectáreas infestadas.

La mala hierba Klamath causa pérdidas porque desplaza plantas deseables de pasto. Es venenosa para el ganado, aunque rara vez causa la muerte. Los animales que comen mucho de esta planta se ponen sarnosos, les aparecen úlceras en la boca y no medran, y las partes blancas de la piel se hacen fotosensitivas, y cuando se exponen a la luz del sol se forman ampollas en las zonas no pigmentadas de la piel. El ganado vacuno es más sensible a ella que el lanar.

En algunos lugares de California los pastos se secan rápidamente en primavera, pero entre las plantas que permanecen verdes la que más abunda es la mala hierba Klamath. En esos lugares suele sacarse el ganado de los pastos antes de que aparezca dicha circunstancia. Pero en ocasiones ocurren retrasos inevitables y el ganado consume entonces cantidades de esa hierba. La ingestión de la planta produce un estado de irritabilidad en el ganado, de suerte que es difícil de manejar. A veces es casi imposible cargarlo en los camiones y puede hacerse necesario confinarlo y proporcionarle otro alimento por un día o dos hasta que desaparecen los efectos debidos a haber comido la hierba.

Se han hecho muchos esfuerzos para controlar la mala hierba, que es perenne, con productos químicos —borax, 2.4-D y otros. Pero las sustancias son caras y las tierras que hay que tratar son casi siempre muy dilatadas e inaccesibles.

Durante varios años se tuvo en estudio el control de la mala hierba. El método general tuvo éxito en otros países, especialmente en Australia, pero en nuestro país es de uso muy reciente.

Australia principió en Inglaterra una investigación sobre los insectos enemigos de la hierba de San Juan en 1920. A principios de 1935, después que los insectos llevados de la Gran Bretaña tuvieron éxito notorio en Australia, la investigación pasó al sur de Francia. El primer trabajo en Europa incluyó pruebas por hambre y la cría de muchos insectos de 42 especies en plantas económicas que representaban 19 familias botánicas, para determinar si los insectos podían alimentarse y proliferar sobre ellas.

Ante la conclusión satisfactoria de las pruebas en Europa, las especies que habían mostrado no alimentarse ni reproducirse en las plantas de prueba en Europa fueron enviadas a Australia. Pero antes de que fueran liberadas se realizaron pruebas adicionales sobre plantas que no se habían probado en Europa.

Cerca de ocho años después que dos especies de escarabajos, *Chrysolina,* que se alimentan de las hojas, se soltaran en Australia, se informó de los resultados prometedores. Después, investigadores de la Universidad de California que habían observado los experimentos con gran interés fueron autorizados por el Departamento de Agricultura para importar el *Chrysolina hyperici,* el *C. gemellata* y un barrenador de raíces, el *Agrilus hyperici.* Se hizo la estipulación de que las pruebas alimenticias se realizaran sobre remolacha azucarera, lino, cáñamo, batata, tabaco y algodón.

Entonces la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal y la Universidad de California formularon un proyecto para la importación, prueba y colonización de las tres especies.

La guerra hizo imposible recolectar los insectos en Europa. No obstante, se supo que en Australia existía material abundante y que sería transportado a California por el Mando de las Fuerzas de Transporte Aéreo del Ejército de los Estados Unidos. El Consejo Australiano para la Investigación Industrial y Científica se ofreció a recolectar y enviar el material.

Frank Wilson y Harry S. Smith encabezaron estas actividades. Wilson fue enviado al sur de Europa en 1935, cuando los primeros envíos de los enemigos naturales del *Hypericum perforatum* desde Inglaterra a Australia no dieron resultados satisfactorios. Wilson había estado asociado con el trabajo desarrollado en Inglaterra y continuó en Francia hasta 1940. El profesor Smith, que fue jefe de la Sección de control biológico en la Universidad de California hasta su jubilación en 1951, es reputado como uno de los primeros promotores del mundo del control biológico. Desde que el control biológico de la mala hierba Klamath fue propugnado por el doctor R. J. Tillyard, de Australia, en 1926, Smith siguió su desarrollo, y en correspondencia con el doctor A. J. Nicholson, de Australia, supo en 1944 que el control biológico principiaba a hacer progresos. Entonces dio los pasos que condujeron al proyecto entre la Universidad de California y el Departamento de Agricultura. James K. Holloway fue nombrado jefe de las investigaciones cuando principiaron las importaciones.

LAS PRIMERAS IMPORTACIONES se hicieron en octubre de 1944. El problema inicial fue ajustar los ciclos de vida en tal forma que estuvieran de acuerdo con las estaciones del hemisferio Norte. Los especímenes del taladrador de raíces (*Agrilus hyperici*) se recibieron en raíces como larvas maduras. Algunos de ellos se retrasaron guardándolos en cámaras frías, pero a otros se les obligó a emerger así que llegaron. Ninguno de ambos métodos fue satisfactorio, y se redujeron las importaciones ulteriores hasta que pudo reanudarse el trabajo en Europa.

Las dos especies de *Chrysolina* fueron enviadas de vez en cuando en la fase de larvas maduras, que emergerían como adultos a su llegada, se alimentarían y entrarían en su sueño estival unas tres semanas después. Sin embargo, la mayor parte de los envíos consistió en adultos, en la etapa de latencia estival. De cualquier modo, el problema fue sacar a los adultos del sueño estival y hacerlos entrar en la fase de puesta de huevos. Un estado análogo a las condiciones normales de humedad en el invierno se reprodujo en el laboratorio sometiendo a los adultos a aspersiones finas con agua todos los días, y los escarabajos salieron del sueño estival, se aparearon y principiaron a producir huevos fértiles al cabo de dos o tres semanas.

Durante el primer año de importaciones se recibieron suficientes *C. hyperici* para realizar pruebas de alimentación. Las pruebas se terminaron en mayo

de 1945. No había tenido lugar ninguna toma de alimento en cualquiera de las plantas de prueba, y en la última parte de la estación se soltaron cuatro colonias.

En enero de 1946 se terminaron las pruebas de alimentación con la *C. gemellata.* Se obtuvo el permiso correspondiente para soltar 13,650 adultos que se habían tenido en cuarentena. Se dividieron en dos colonias de 5,000 cada una y otras dos de 2,000 y 1,650 respectivamente.

Las liberaciones experimentales de las dos especies se hicieron en la Cordillera Costera, al norte del Valle del Río Sacramento, y en las faldas de la Sierra, localidades consideradas como representativas de las zonas de pastos de California en que se desarrolla la mala hierba.

En 1947 se soltaron un total de 330,000 adultos de *C. hyperici,* recibidos de Australia, en 66 lugares de 15 Condados de California. Las dos colonias experimentales de 5,000 individuos cada una se soltaron en Oregón contando con la cooperación de la Estación Agrícola Experimental de Oregón.

Las dos especies de *Chrysolina* se encontraban bien aclimatadas en 1948, y no necesitamos importar más. Dos de los grupos originales de *C. gemellata* que se soltaron habían mostrado un aumento notable, y de entre ellos se recogieron 212,000 escarabajos adultos, que colocamos en 52 nuevas localidades de 16 Condados de California. Otros tres grupos se soltaron en Oregón, y dos en Idaho. Las primeras liberaciones de *C. hyperici* se hicieron en Washington, Idaho y Montana en 1948 con la cooperación de las Estaciones Experimentales de esos Estados. En 1949 se unieron al proyecto los Servicios Forestales de Oregón, Washington, Idaho y Montana. En mayo de ese año se colectaron 140,000 adultos de *C. hyperici* y se enviaron a aquellas zonas en unidades de 5,000 cada una, haciendo 28 nuevas localizaciones en el Noroeste.

En 1950 los *C. gemellata* eran tan numerosos y se extendieron tanto en California, que llegó a ser un problema local la redistribución. En mayo de 1950 quizá se recolectaron y redistribuyeron tres millones de adultos.

El éxito del *C. hyperici* fue limitado. Llegó a establecerse en otras localidades, pero un aumento comparable al del *C. gemellata* se limitó principalmente en las montañas costeras de California.

La efectividad de los escarabajos devoradores de hoja para el control de la mala hierba Klamath se asocia con sus ciclos de vida y las malas hierbas que les sirven de huéspedes. El equilibrio entre la capacidad de propagación de la mala hierba y la de su insecto enemigo lo determinan factores como las condiciones del suelo y el clima y las influencias de plantas y animales relacionados entre sí.

Las dos especies de escarabajos devoradores de hojas difieren poco en sus necesidades ambientales. Pero esa pequeña diferencia significa que una especie se reproduce abundantemente mientras que la reproducción de la otra se reduce en las condiciones que prevalecen en California.

El *C. gemellata* principia a reproducirse rápidamente cuando comienzan las lluvias de otoño. Consecuentemente, su prole tiene suficiente tiempo para desarrollarse lo necesario antes que llegue la estación seca, a fines de la primavera y principios del verano, condiciones peligrosas para el desarrollo de la crisálida. El período de postura es también más largo y mayor el número de huevos puestos.

Pero el *C. hyperici* reacciona con lentitud a las condiciones de humedad del otoño, y en las condiciones medias de California deposita la mayoría de sus huevos tan tarde que no hay tiempo para que se terminen las fases necesarias de su desarrollo antes de que llegue el tiempo seco.

El proceso vital de las especies que han tenido más éxito se armoniza con las fases de crecimiento de la mala hierba y con las condiciones climáticas del lugar. Los escarabajos adultos salen de sus celdas de crisálida, que se encuentran bajo

la superficie de la tierra, en abril y a principios de mayo. Se alimentan vorazmente durante mayo y junio del follaje de las plantas que florecen entonces. A fines de junio y principios de julio los escarabajos han terminado su preparación, alimentándose y asoleándose, para su sueño de verano. Esta etapa de inactividad en la estación seca la pasan debajo de escombros y de piedras pequeñas y en grietas del suelo.

Los escarabajos pasan de 4 a 6 meses en esa situación de inactividad sin alimento y sin agua. Durante este período la mala hierba también entra en una fase relativa de descanso. Desarrolla y madura su producción de semillas, pero deja caer la mayor parte de sus hojas y toma una consistencia dura y leñosa.

En los períodos calientes de invierno y de primavera las larvas se alimentan activamente. Su alimentación intensiva mantiene a la planta desnuda de hojas por un período en que sus reservas alimenticias han disminuido mucho. Así, el sistema radicular y la planta misma mueren de hambre. La alimentación del adulto, tan voraz como es, no dura bastante para producir la muerte en masa de las plantas sin la alimentación previa de la larva.

Las lluvias de otoño y de principios del invierno hacen revivir a la mala hierba y al escarabajo. La mala hierba echa brotes de hojas vigorosos y tendidos en la base de los tallos florales. Los escarabajos se aparean y muchos huevos los ponen sobre las hojas que principian a desarrollarse. Las larvas procedentes de los huevos y la mala hierba huésped se desarrollan durante el invierno en relación con la temperatura. Todas las fases de los escarabajos resisten nevadas y fríos fuertes. A mediados de invierno y al empezar la primavera en lugares favorables las larvas alcanzan de la mitad de su desarrollo a casi la madurez de la fase larvaria.

Desde esa época en adelante la mala hierba sufre una destrucción progresiva del follaje causada por las larvas. Las larvas completamente maduras entran en el suelo para hacerse crisálidas al mismo tiempo que la planta principia a desarrollar los brotes que serán los pedúnculos florales. La aparición de los escarabajos adultos completa un ciclo sencillo, que dura un año.

Los escarabajos pueden trasladarse en número eficaz a zonas nuevas, pero deben estar presentes los dos sexos para asegurar la fertilidad de los huevos. Se necesitan generalmente unos 3 años para que el escarabajo alcance a controlar zonas remotas donde se habían soltado sólo unos cuantos miles de insectos. En el tercer año de reproducción el número alcanza un nivel en el que pueden controlar la mala hierba.

La dispersión local se completa normalmente con el desplazamiento de los escarabajos adultos, que a menudo se ven moviéndose en grandes grupos a través de las carreteras o barrancas desde los centros superpoblados donde la mala hierba ha sido destruida. La dispersión por medio del vuelo se observa con menos frecuencia, pero se presenta en condiciones de alta densidad de escarabajos, agotamiento total del alimento y un tiempo caluroso con sol brillante. Se han visto aparecer colonias que indudablemente son consecuencia de un solo vuelo o de vuelos repetidos desde los centros de producción a una distancia hasta de 4 ó 5 kilómetros.

Por su fuerza natural de dispersión, sumada a la influencia adicional de las colonias secundarias establecidas en la zona, el *C. gemellata* se ha propagado ahora y efectúa un control general de la mala hierba sobre cientos de kilómetros cuadrados en el Condado de Humboldt, en el sur de California.

La misma especie ha desbrozado una gran extensión de pastos en el Condado de Placer y se ha trasladado de esa infección limitada a través de manchas pequeñas y aisladas de mala hierba hasta 4 ó 5 kilómetros de distancia en diferentes direcciones. No se soltaron más insectos en esa zona. Una segunda y más joven colonia en el Condado de Placer fue localizada en una zona com-

pletamente desfavorable en cuanto a clima, pero limpió el campo de mala hierba en 3 años.

El *C. hyperici,* aunque mal adaptado a las condiciones generales de California, controló 10 ó 12 kilómetros cuadrados en una zona de tierra alta del Condado de Humboldt, donde la retención de la humedad en el suelo hasta fines de la estación operó en favor de ellos.

Los ganaderos y los agricultores son testigos de la destrucción completa de la mala hierba por los escarabajos. Han visto cómo los insectos hambrientos acababan con la mala hierba en una extensa zona cerca de Blockburg, California.

Los escarabajos también pueden localizar y destruir pequeñas matas aisladas de malas hierbas que no habían localizado en años anteriores. Es común la aparición de malas hierbas recién nacidas en campos ya limpios, pero por ahora existen suficientes escarabajos en la zona para que las encuentren. Esas matas y plantas diseminadas de una nueva infección en los bordes de orillas densamente arboladas (menos gustadas por los escarabajos) mantienen la distribución general de dichos insectos en una zona después que las malas hierbas dejan de ser un problema para los pastos. Este hecho puede asegurar el regreso de los escarabajos en número suficiente y con rapidez bastante para dar cuenta de la reinfestación antes de que alcance proporciones serias.

El control de una mala hierba por el método biológico incluye varios aspectos ecológicos. La mala hierba Klamath es principalmente una plaga en zonas de pastos donde la humedad del suelo es grande desde el invierno hasta principios de verano, pero es deficiente en el resto del año. Se ha extendido el sobrepastoreo de las crías. En estas condiciones sus profundas raíces le permiten vencer aun a las hierbas competidoras más fuertes, particularmente cuando el apacentamiento ha sido tan intenso que se reduce la producción de semillas incluso de las hierbas perennes más vigorosas.

Un insecto puede controlar las malas hierbas por medios más sutiles que la destrucción directa. Si su acción es tal que elimine las ventajas competitivas de la mala hierba huésped sobre las especies de plantas deseables, la mala hierba puede ser vencida por plantas que, solas, no pueden competir con ella. Esto no explica el control de la mala hierba Klamath, pero la presión de los escarabajos sobre la mala hierba en un momento en que ocupan la zona vigorosas y competitivas plantas de pasto puede ser suficiente para evitar el regreso de la mala hierba a los campos bien administrados desde el punto de vista del apacentamiento del ganado.

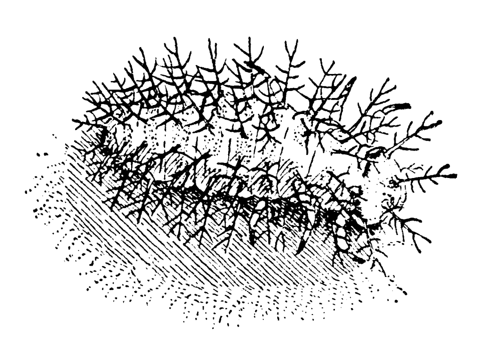
Algunos investigadores creen que las tres cuartas partes de la tierra al sur del Monte Shasta y desde la costa hasta las faldas de la Sierra en California estuvieron originariamente cubiertas de matas de hierbas perennes. Actualmente son plantas anuales las que forman la mayor parte del forraje. Sería imposible (y no necesariamente deseable) sustituirlas por plantas perennes de toda la región.

Por este motivo parece probable que con la destrucción de la mala hierba Klamath las plantas anuales predominantes características de la región recuperen la tierra en circunstancias normales. Esto ha sucedido en las zonas donde la mala hierba ha sido destruida en tres estaciones sucesivas. En el Condado de Placer, las hierbas anuales, dominadas por el bromo dulce *(Bromus hordeaceus),* leguminosas como el trifolio pie de pájaro, los tréboles y los altramuces, y plantas deseables como la filaria, han retoñado con tanta densidad como la que ofrecen en las tierras vecinas de pastos que permanecieron libres de la mala hierba Klamath.

Al éxito de los escarabajos en el Condado de Humboldt contribuyen circunstancias favorables al regreso de una cubierta o alfombra de forraje de valor máximo. En las zonas más infestadas con la mala hierba (indicadora de un lu-

gar y un suelo favorables), la principal hierba perenne de los primeros años (*Danthonia californica*) logró sobrevivir a lo largo de las veredas de los animales y en los bordes de las zonas de filtración, que eran demasiado húmedas en invierno para la hierba Klamath. La destrucción de las densas concentraciones de la mala hierba agresiva permitió el regreso gradual de esa excelente planta forrajera. Aunque su distribución en la primera suelta de escarabajos siguió siendo esporádica durante algunos años, no tardó en principiar a desarrollar una alfombra vigorosa que se esparce lentamente sobre tierras nuevas.

Al extremo de un campo de 25 hectáreas que había sido limpiado de la mala hierba por los escarabajos durante tres años creció un estrado bastante denso de la resistente hierba perenne. En todo el campo —la mayor parte del cual se había limpiado de la mala hierba sólo 2 años— la *Danthonia* aumentó del 9.2 por ciento del total de plantas que lo cubrían en 1947 al 23.4 por ciento en 1950. Si se toman en cuenta conjuntamente el bromo dulce (*Bromus hordeaceus*) la *Danthonia* y las leguminosas deseables se tiene un panorama general del mejoramiento total forrajero debido a la acción del escarabajo. Los tres tipos deseables aumentaron de 14.8 por ciento en 1947 a 43.4 por ciento en 1950. La mala hierba Klamath cayó de su situación de predominancia (57.6 por ciento) a la ausencia completa. En esta forma se invirtió la posición de la mala hierba y la posición de las tres plantas deseables.



Larva del escarabajo mexicano de la judía.

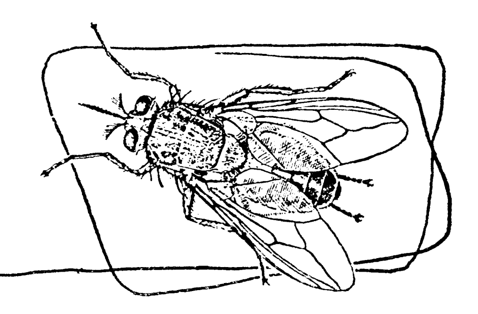
Los escarabajos *Chrysolina* han llegado a ser parte permanente de la fauna natural. Su éxito futuro dependerá principalmente de lo exactamente que coincidan el proceso vital de los escarabajos y el de su huésped con los cambios del tiempo, porque de esa sincronización dependen la rapidez con que se multipliquen los escarabajos y la intensidad de su acción en los campos no invadidos de la mala hierba, así como en los reinfestados.

Los indicios son de que los escarabajos pueden duplicar en todo el Nordeste el éxito que tuvieron en California. Ahora que se han terminado las investigaciones intensivas y las exploraciones exhaustivas podría ser un modo económico y que se perpetúa por sí mismo de combatir una plaga grave.

JAMES K. HOLLOWAY *es entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal de la Sección de introducción de parásitos de otros países y especialista en el control biológico en el Colegio de Agricultura de la Universidad de California. Desde 1927 se ocupa en investigaciones sobre control biológico y tuvo la responsabilidad de llevar adelante el proyecto del control biológico de la mala hierba Klamath en este país desde su iniciación en 1944. Estudió en el Colegio del Estado de Mississippi y en la Universidad del Estado de Ohío.*

C. B. HUFFAKER, *entomólogo y ecólogo, ha trabajado desde 1940 en investigaciones ecológicas. En 1946 fue nombrado entomólogo ayudante de la Sección del control biológico en la Universidad de California, donde se dedicó en forma particular a las poblaciones complejas de insectos y las malas hierbas atacadas por ellos como componentes de un medio natural de pastos. El doctor Huffaker adquirió sus grados en la Universidad de Tennessee y en la Universidad del Estado de Ohío.*

Los insectos destructores



Las pérdidas causadas por los insectos

J. G. Haeussler

En todos los minutos del día y de la noche miles de millones de insectos están comiendo, chupando, picando y taladrando nuestros cultivos, ganados, bosques, jardines, casas, fábricas y almacenes y a nosotros mismos.

El daño que causan es difícil de decir. Intervienen muchos factores variables y complicados. El daño producido por una clase de insectos a una cosecha difiere de un año para otro y de una zona a otra. Las plagas causan pérdidas en formas incontables.

Las infestaciones reducen el rendimiento de las cosechas, bajan su calidad, aumentan el costo de producción y recolección y exigen desembolsos en sustancias y equipo para aplicar medidas de control. Los productos deben ser cernidos o lavados para eliminar los insectos o los fragmentos de insectos; lavados, cepillados, mondados o tratados de alguna otra forma para apartar los residuos de los insecticidas, y modificados para prescindir o, de otra manera, permitir el daño. Las plagas del ganado bajan la producción de carne y leche y el valor de los cueros.

Los mosquitos, las moscas domésticas, las garrapatas y las pulgas se cobran un tributo en enfermedades humanas, en eficacia y en dinero: el tiempo de trabajo perdido, el costo de las telas de alambre en las casas, la interferencia con el cultivo y recolección de las cosechas y las pérdidas de negocios en los lugares de concurrencia.

Los insectos causan pérdidas directas en la producción de madera. También causan pérdidas indirectas: los peligros de incendio de los árboles muertos en los bosques por los insectos, las consecuencias sobre la conservación, el deterioro de los parques y otras zonas pintorescas y en las calles y propiedades de los pueblos y las ciudades.

Sufre el alimento en los hogares. Los insectos atacan los granos mientras se encuentran almacenados en las granjas o se hallan en tránsito y cuando están almacenados en trojes. Otros infestan las frutas secas durante y después del proceso de secamiento. Las polillas de ropas y tapices, las plagas de las despensas y las termitas invaden los hogares, infestan los alimentos, destruyen las telas, dañan la madera de las casas.

En 1938 J. A. Hyslop, del Departamento de Agricultura, hizo una recopilación de las pérdidas calculadas que se deben a sesenta y tantos insectos en los

Estados Unidos. Calculó el total del daño, incluyendo las medidas de control, en $1,601.527,000 anualmente. Sus cálculos se basaron en precios más bajos que los de ahora y no tomó en cuenta todos los insectos dañinos.

Hoy podemos ser más exactos sobre las pérdidas en ciertos cultivos y artículos de consumo.

El barrenador europeo del maíz, uno de tantos insectos inmigrantes, ha sido uno de los peores enemigos de los agricultores. Los estudios para determinar su distribución, abundancia y daños muestran cómo aumentan las pérdidas a medida que el barrenador se extiende a través del Cinturón de Maíz.* En 1949, año en que las condiciones fueron muy favorables, el daño alcanzó su altura máxima. Afortunadamente, las condiciones del tiempo desfavorables para el barrenador y otros factores naturales reprimen a veces sus daños, como sucedió en 1950. Ahora existen métodos prácticos para su control en el maíz ordinario, el maíz dulce y el maíz para semilla, pero de ningún modo ha sido eliminado.

VALOR ESTIMADO DE LOS CULTIVOS DESTRUIDOS POR LOS SALTAMONTES Y DE LOS SALVADOS POR MEDIDAS DE CONTROL.

		Valor estimado de los cultivos	
		Destruidos por saltamontes	*Salvados por medidas de control*
Año	*Estados Número.*	*Dólares.*	*Dólares.*
1925	20	10.484,904	....
1926	21	9.757,851	....
1927	21	10.506,901	....
1928	20	12.818,951	....
1929	21	15.688,194	....
1930	22	20.516,174	....
1931	23	34.073,351	....
1932	23	41.968,578	....
1933	23	58.403,961	....
1934	23	35.765,862	....
1935	18	14.753,080	5.540,803
1936	14	102.029,061	25.817,848
1937	20	65.836,215	102.288,178
1938	24	83.841,727	176.442,672
1939	24	48.811,430	128.483,225
1940	22	24.087,117	44.568,833
1941	23	23.822,713	35.583,136
1942	20	14.016,475	29.307,683
1943	19	13.217,884	6.891,461
1944	21	13.486,060	22.712,485
1945	23	12.671,604	29.708,832
1946	20	22.743,328	41.150,436
1947	20	22.342,835	50.368,599
1948	19	36.826,624	67.586,232
1949	20	27.376,479	72.077,868
1950	18	19.333.402	25.327,876

* Extensa región de la parte central de los Estados Unidos donde el cultivo predominante es el del maíz. *(N. del T.)*

PÉRDIDAS CAUSADAS POR LOS INSECTOS A LAS COSECHAS DE LEGUMBRES Y HORTALIZAS

Insecto	*Cosechas dañadas*	*Zona afectada*	*Período*	*Pérdidas anuales estimadas en dólares*
Conchuela mexicana	Frijol	Nuevo México, Arizona, Colorado y zona este de los Estados Unidos, excepto Michigan.	1944	5.502,000
Saltahojas de la remolacha	Remolacha azucarera, tomates, frijoles, cantalupos.	Zona oeste de los Estados Unidos.	Decenio de los 1930	2.430,000
	Remolacha azucarera y de mesa .	Región montañosa de las Roquizas.	1944	3.676,000
	Frijoles, secos	Idaho, Oregón.	1944	2.446,000
Orugas de la col .	Col y coliflor	Estados Unidos.	1928-1932	5.433,000
		Estado del Sur y California.	1944	7.663,000
Tripsos de la cebolla	Cebolla	Estados Unidos.	1944	14.500,000
Áfido del chícharo	Chícharos para enlatar y para el mercado	Estados Unidos.	1944	3.969,000
Áfidos	Patata	Estados del Norte, excepto Idaho.	1944	66.467,000
Gorgojo de la batata	Batata	Estados de la Costa del Golfo.	1944	5.031,000
Gusano cornudo del tabaco	Tabaco	Estados del Sur.	1944	84.073,000
Gusano del apio .	Apio	California y Florida.	En años de epidemia.	1.000,000

Los saltamontes dañan una gran variedad de cultivos y de plantas forrajeras. Hace más de setenta y cinco años C. V. Riley calculó que en algunos Estados del Oeste, de 1874 a 1877, los saltamontes causaron pérdidas en las cosechas que ascendieron a 200 millones de dólares. Hyslop afirmó que en veintitrés Estados del Oeste y Medio Oeste los entomólogos estimaron el valor medio anual de los cultivos destruidos por los saltamontes de 1925 a 1934 en unos 25 millones de dólares. Las pérdidas siguen siendo altas, especialmente en años de epidemias, pero las campañas de control y los mejores métodos para conseguirlo significaron la salvación de gran parte de los cultivos. Ahora que los materiales prácticos efectivos están al alcance del agricultor no se permitirá que los saltamontes vuelvan a causar pérdidas como las del decenio de los treintas.

Otras muchas plagas atacan las cosechas de cereales y forrajes. Entre ellas se cuentan la tijereta del maíz, el cecidomio, la chinche de los cereales, la oruga del frijol blanco, la chinche del sauce y el pulgón verde del trigo.

Entre las muchas clases de insectos que atacan los sembrados de legumbres y hortalizas se encuentran los áfidos, los saltamontes, las chinches chupadoras, los escarabajos y gorgojos, las orugas, los tripsos, las garrapatas arañas, los gusanos cortadores, las larvas de los escarabajos y los alacranes cebolleros. Muchos de ellos causan daños directos. Ciertos áfidos y chicharritas y algunos otros causan daños indirectos transmitiendo enfermedades a las patatas, la remolacha de

azúcar y plantas similares. No se ha intentado nunca para reunir los cálculos relativos a todas esas pérdidas, pero una de las tablas da una idea de ellas.

Por lo que toca a los insectos de la fruta, tenemos: Las pérdidas anuales de nuestras cosechas de manzanas debidas a la palomilla de la manzana fueron estimadas, de 1940 a 1944, en el 15 por ciento del valor de la cosecha, o sea $25.245,000. Esto no incluye el costo de las medidas que se tomaron para combatir la plaga, costo que se estima en 25 millones de dólares más. El DDT se ha usado mucho y con eficacia contra la palomilla de la manzana, así que el promedio anual de las pérdidas por causa de dicha palomilla fue entre los años de 1944 a 1948 del 4 por ciento del valor de la cosecha aproximadamente, es decir, $9,176.000.

Se dice que las cosechas de cítricos en California sufrieron pérdidas por cerca de 10 millones de dólares en 1943-1944 debidas a la escama roja de California. En 1943 y 1944 las pérdidas de los productores de duraznos del este de las Montañas Rocosas, debidas al gorgojo de la ciruela y a los costos de las medidas de control, se han estimado en cerca de 8 millones de dólares al año. El barrenador del duraznero es otra plaga grave en gran parte de los dos tercios orientales del país. Si la plaga no se controla, la infestación debilita y a menudo mata los durazneros. Es difícil determinar la cuantía de los daños, pero sólo los costos anuales para su control se estimaron en 3.200,000 dólares en 1943 y 1944.

El picudo del algodón se lleva cada año una tajada grande de nuestro algodón. La reducción de la producción de 1909 a 1949 en los trece Estados donde hay picudo significa una pérdida media de algodón y semilla de algodón calculada en más de 203 millones de dólares por año. Las pérdidas fueron superiores a 500 millones en cada año de un lustro, entre 400 y 500 millones en un año, y entre 300 a 400 millones de dólares cada año de un trienio. Fue de 200 a 300 millones en cada año de un período de seis. Las pérdidas se estimaron en menos de 100 millones de dólares solamente en 16 de los 41 años. El valor del algodón se calculó al precio medio de temporada que recibieron los agricultores y no se tiene en cuenta lo que pudieron haber recibido si el rendimiento no hubiera sido reducido por los insectos. A estas pérdidas hay que añadir los daños causados por otras plagas de insectos. Uno de ellos, el gusano bellotero, se calcula que destruyó algodón por 85 millones de dólares en algunos años sólo en Texas.

Robert C. Jackson, del Consejo Nacional del Algodón, citó cálculos de la Oficina de Economía Agrícola según los cuales los insectos destruyeron en 1946 el 15.1 por ciento de la cosecha de algodón, y sacó las conclusiones siguientes: Además del plumón, se perdieron 613,000 toneladas de semilla, o, tomando por base el precio medio de la temporada, un valor de más de 44 millones de dólares. Las 613,000 toneladas destruidas habrían producido 179 millones de libras de aceite refinado de semilla, que pudieron haber cubierto las necesidades del mínimo total de grasa comestible de más de ocho millones de personas. El aceite pudo haberse convertido en 200 millones de libras de margarina, que es más de un tercio de lo que se consumió en los Estados Unidos en 1946. Las 613,000 toneladas de semilla de algodón habrían producido 276,000 toneladas de alimentos de alto contenido de proteínas y 152,000 toneladas de cáscara de semilla. Los alimentos hubieran suministrado suficientes proteínas para producir 178 millones más de libras de carne, o alimentar un número suficiente de vacas para producir 2,622 millones de litros de leche, lo suficiente para abastecer con unos 19 litros de leche a cada individuo de nuestro país.

Las estimaciones realizadas por el Consejo Nacional del Algodón calculan la destrucción de plumón y de semilla, debida a los insectos, en los Estados Unidos en $907.884,000 para el año 1950, la pérdida más alta en la historia.

Como en el caso de las plagas de insectos en otras cosechas, las pérdidas

ESTIMACIONES DE LAS PÉRDIDAS EN GANADO *(1940-1944)*

Plaga	*Animales atacados*	*Promedio anual en dólares*
Gusanos tornillo y moscardas	Ganado vacuno	160.000,000
Moscas del cuerno, de los establos y tábanos	Ganado vacuno, caballos y mulas ...	100.000,000
Gusanos tornillo y moscardas	Ganado vacuno, caballos, puercos, borregos y cabras	15.000,000
Piojos	Ganado vacuno, borregos, cabras y puercos	30.000,000
Garrapatas	Ganado vacuno, borregos y caballos .	6.500,000
Piojos, ácaros, moscas y garrapatas	Aves de corral y huevos	85.000,000

AHORRO ESTIMADO EN EL CONTROL DE LAS PLAGAS DEL GANADO *(1949)*

Animales y plagas.	*Número de Estados*	*Número de animales tratados*	*Ahorro estimado en dólares*
Ganado tratado contra los gusanos	29	3.889,344	14.643,708
Ganado tratado contra las moscas	28	13.769,846	47.245,628
Ganado tratado contra los piojos	28	6.469,493	14.083,966
Borregos tratados contra las garrapatas y plagas relacionadas	27	3.540,922	3.568,173
Puercos tratados contra los ácaros y algunas plagas relacionadas	29	4.538,256	5.781,720
Aves tratadas contra los piojos y plagas relacionadas	25	43.482,013	7.056,915

ESTIMACIÓN DE LAS PÉRDIDAS EN EL MAÍZ CAUSADAS POR EL BARRENADOR EUROPEO DEL MAÍZ

	Areas infestadas conocidas		*Areas incluídas en la estimación*		*Valor estimado por las pérdidas de y las cosechas*		
	Estados	*Condados*	*Estados*	*Condados*	*Maíz cosechado para grano*	*Maíz dulce*	*Pérdida total.*
Año	*Número*	*Número*	*Número*	*Número*	*Dólares*	*Dólares*	*Dólares*
1939	20	455	16	285	1.846,335	2.130,791	3.977,126
1940	20	479	19	258	4.140,479	2.539,348	6.679,126
1941	20	556	18	258	4.260,248	675,742	4.935,990
1942	22	661	18	308	15.211,895	1.817,181	17.029,076
1943	23	791	20	337	27.800,740	5.562,778	33.363,518
1944	26	883	22	400	20.185,153	2.528,770	22.713,923
1945	26	913	22	389	32.846,459	3.918,106	36.764,565
1946	28	959	22	446	26.679,552	2.061,237	28.740,789
1947	28	1,053	22	806	93.532,296	3.238,495	96.770,791
1948	29	1,169	25	892	99.107,000	4.129,000	103.236,000
1949	29	1,314	26	1,001	349.635,000	....	349.635,000
1950	36	1,405	26	1,001	84.911,000	....	84.911,000

PÉRDIDAS CAUSADAS POR LAS PLAGAS DE LAS COSECHAS FORRAJERAS Y CEREÁLICAS

Insecto.	*Cosechas atacadas.*	*Areas.*	*Período.*	*Pérdidas anuales estimadas.*
Gusano del elote .	Maíz	Estados Unidos	1945	$ 140.000,000
Mosca hessian	Trigo	Estados Unidos	1944 1945	47.400,000
Chinche bug	Maíz	Estados Unidos	1934	27.500,000
	Trigo, centeno, cebada y avena ..	Estados Unidos	1934	28.000,000
Gusano del frijol .	Cacahuate y frijoles soya	Estados del Sur	1946	5.000,000
Afido del chícharo	Alfalfa	Estados Unidos	1944	30.580,000
Chinchces *lygus* ..	Semilla de alfalfa .	Estados Unidos	1944	15.800,000
Gorgojo de la veza	Semilla de la veza velluda	Estados Unidos	1944	2.290,000
Pulgón verde	Avena y trigo	Kansas, Oklahoma y Texas .	1907	* 50.000,000
	Trigo	Oklahoma	1950	* 22.000,000
	Avena	Oklahoma	1950	* 2.000,000
	Cebada	Oklahoma	1950	* 800,000

causadas por los insectos en el algodón varían mucho de una zona a otra y aun de un campo a otro. Además, las pérdidas en la calidad del plumón y de la semilla son graves en ocasiones, aunque no haya una gran reducción en el rendimiento. Las aplicaciones de insecticidas para controlar las chinches chupadoras, especialmente en los Estados del Sur, a menudo son remuneradoras, debido a la mejora de la calidad o grado del plumón.

Las plagas del ganado cuestan cada año a este país alrededor de 500 millones de dólares, la mayor parte en alimentos desperdiciados, baja producción en leche y carne y cueros dañados. El ganado vacuno pierde energía y peso cuando tiene que rechazar los ataques de las moscas del cuerno, las moscas de los establos y los tábanos, que también chupan la sangre del ganado bovino. Las pérdidas combinadas de energía y sangre representan un desperdicio grande de alimento y forraje. Los animales protegidos contra las moscas del cuerno pueden ganar al día unos 230 gramos más de peso que los animales no protegidos. Las moscas del cuerno pueden rebajar la producción de leche hasta un 10 o un 20 por ciento. La mosca de las patas causa tal molestia cuando pone sus huevos que sufre el flujo de la leche y los animales para carne no engordan normalmente. Las pérdidas totales anuales en cueros de ganado vacuno y pieles de becerro debidas al daño causado por las larvas del ganado se han estimado en más de dos millones de dólares.

En una de las tablas adjuntas se ofrecen unos cuantos ejemplos de las pérdidas que se calculan para el ganado, tomadas de las informaciones publicadas. Éstas se consideraron moderadas en el tiempo en que se elaboraron; los aumentos posteriores del valor del ganado y sus productos han hecho aún más alarmantes las pérdidas.

En 1949 el Servicio de Extensión recopiló y resumió algunas estimaciones de las cantidades ahorradas como resultado del control de los insectos y plagas relacionadas con el ganado. Se dan en una tabla adjunta. Atañen a menos de treinta Estados, pero dan una idea de lo que ganan los rancheros y los ganaderos cuando controlan las plagas de insectos.

* Bushels. 1 bushel igual a 36 litros.

En un informe de 1950, Lyle F. Watts, jefe del Servicio Forestal, escribió: "Los insectos y las enfermedades igualan al fuego como destructores de bosques. De ordinario las pérdidas causadas por los insectos son menos notorias. Pero trabajan todo el año y no existe zona forestal que se encuentre totalmente libre de ellos. La destrucción total debida a los insectos quizá exceda a la del fuego".

La cuantía real de las pérdidas causadas por los insectos a los bosques es difícil de calcular, pero se han realizado algunas estimaciones. De 1910 a 1920 un brote de gusanos de las yemas de los abetos en bosques de diferentes especies de abetos de Minnesota y Maine mató entre el 70 y el 90 por ciento de los individuos maduros. La pérdida en madera se estimó en 4.5 millones de dólares anuales durante ese período. El escarabajo del abeto Engelmann, en un brote aparecido en los años de 1940 a 1946, destruyó cerca del 20 por ciento de la madera de abeto Engelmann en el Estado de Colorado. El promedio anual de las pérdidas ascendió a cerca de un millón doscientos mil metros cúbicos de madera con un costo de un millón de dólares. El brote continuó en 1951. Un brote del escarabajo del pino de montaña causó una pérdida anual estimada en 120 mil metros cúbicos de madera de pino, en Wyoming, en los años 1946 y 1947. Unos 15 millones de pies cúbicos de pino ponderosa fueron destruidos por el escarabajo de las Montañas Negras en el Estado de Dakota del Sur en 1947.

Un brote de lagarta del abeto Douglas, que se extendió por más de 200,000 hectáreas de bosque en las cercanías de Moscow, Estado de Idaho, se controló en 1947 con aplicaciones de DDT efectuadas desde aeroplanos. En 1946 el insecto había defoliado y matado los árboles en una superficie de aproximadamente 8,000 hectáreas. Una estimación adicional de 1,518.856,000 pies cúbicos de madera, con valor de $84.328,000, pudo haber sido destruida si no se hubieran tomado medidas para impedir que continuara la defoliación.

Los insectos causan una pérdida media anual de cuando menos el 5 por ciento del arroz, maíz, trigo, cebada, avena, sorgo y cosechas similares después de haber sido levantadas y mientras están almacenadas en las granjas, en trojes o almacenes. Muchas de estas pérdidas caen directamente sobre las granjas y son más graves en la parte Sur del país, donde las temperaturas más cálidas permiten a los escarabajos, gorgojos y palomillas reproducirse y comer la mayor parte del año. El valor real de las pérdidas anuales de grano debidas a estas plagas se ha estimado en 10,800 millones de litros, con un valor de más de 500 millones de dólares a los precios de 1951. En el otoño de 1947 los entomólogos estimaron por medio de muestreos de trigo, tomados de silos no tratados en un Estado del Medio Oeste, que los agricultores de ese Estado estaban alimetando y alojando gratuitamente a 380 mil millones de insectos en sus silos.

Los alimentos preparados y las mercancías empaquetadas de varias clases también son dañados por los insectos, aunque estas contaminaciones son hoy día mucho menores que lo fueron en tiempo de nuestros abuelos. Uno recuerda los barriles de harina de trigo y de maíz y las cajas abiertas de duraznos secos, comunes en las tiendas locales no hace mucho tiempo. ¿Cuántas veces, al comprar estos productos, no llevábamos a casa alimentos infestados de gorgojos y duraznos cubiertos con los excrementos de los gusanos que los infestaban? Hoy día, si el ama de casa encuentra alguna huella de un insecto en un paquete lo devuelve al tendero. Nuestras leyes sobre alimentos y medicinas insisten ahora en que nuestros alimentos deben estar libres de contaminaciones de insectos. No obstante los progresos, las palomillas de la harina de trigo y de maíz, y los escarabajos de la harina, de los granos, del arroz y de los cigarrillos continúan causando grandes daños a los alimentos preparados y a las mercancías empacadas. Las pérdidas anuales debidas a esas plagas en este país fueron estimadas en 150 millones de dólares entre 1940 y 1944. La estimación incluye

la destrucción causada por las plagas en las fábricas donde se preparan alimentos, en los almacenes, en las tiendas de venta al menudeo y en los hogares.

De cuando en cuando un ama de casa tiene que renunciar a un paquete ya consumido en parte de cereal, harina, nueces, frutas secas u otros alimentos que, olvidado en un entrepaño de la despensa, se infestó de palomillas, gusanos o gorgojos, plagas de las despensas. Supóngase que cada familia de los Estados Unidos tirase sólo 50 centavos al año de productos infestados. Las pérdidas serían de unos 20 millones de dólares.

Las pérdidas en ropa, alfombras, muebles y otros accesorios causadas por la palomilla de la ropa, por los antrenos y por plagas similares las estiman los entomólogos entre 200 y 500 millones de dólares anuales.

Estas cifras debieran darnos que pensar. Son cifras relativas a menos de 100 de las 600 o más especies de insectos dañinos de primera importancia que se sabe que existen en Norteamérica. Ellas indican que todo el mundo es afectado de muchas maneras por infinidad de insectos, aun cuando quizá pase meses sin ver siquiera ni advertir un insecto o ninguna señal de daños causados por él. Las pérdidas que ocasionan todos los insectos en los Estados Unidos ascienden a una cantidad que causa vértigos, ya sea que las juzguemos en dólares, en fibras y alimentos perdidos o en materias y tiempo empleados en combatirlos. La cantidad, en opinión de los entomólogos, es de cuando menos 4 mil millones de dólares como promedio anual: ¡cuatro mil millones de dólares!

G. J. HAEUSSLER *es jefe de la Sección de investigaciones sobre los insectos de los jardines y de las cosechas de hortalizas en la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal. De 1944 a 1951 estuvo encargado de la Sección de inspección e información acerca de los insectos. Graduado en la Universidad de Massachusetts ingresó en el Departamento en 1925. Por espacio de 16 años se dedicó a investigaciones sobre el control biológico de los insectos de la fruta.*

Agentes portadores de enfermedades humanas

F. C. Bisbopp y Cornelius B. Philip

A TRAVÉS de los siglos las gentes han estado infectadas de insectos y han muerto a millones por enfermedades que ellos transmiten. El hombre los va dominando poco a poco, pero la batalla es larga y costosa, la carga es demasiado pesada para el pobre en muchas partes del mundo y aún tenemos mucho que aprender sobre estos agentes de la muerte.

Probablemente 10,000 clases de ácaros, garrapatas e insectos infectan al hombre con enfermedades, ya directa ya indirectamente. La mayor parte de ellos son sólo agentes ocasionales y accidentales. Muchos difunden enfermedades entre el ganado y los animales silvestres y las transmiten de los animales que son depósitos de infecciones a las personas.

LOS INSECTOS TRANSMITEN LAS ENFERMEDADES de muchas y complicadas maneras.

Primero, su sola presencia o ataque, sin transmisión de gérmenes, puede

producir un estado morboso o dañino. Los ácaros de la sarna y las garrapatas que invaden los tejidos son de este tipo. Otros producen comezón y alergias intensas, como las causadas por el piojo del cuerpo, los aguijones de las abejas y las picaduras de niguas y garrapatas. Algunas personas tienen idiosincrasias que intensifican sus reacciones a tales ataques.

A una mosca u otro insecto que camina sobre inmundicias y se alimenta de ellas y luego deposita su carga de gérmenes contaminantes sobre el alimento al caminar, vomitar o defecar sobre él, se le llama portador mecánico. También es portador mecánico un insecto, como un tábano, cuando recoge gérmenes al picar a un animal o a una persona enfermos y después lleva en su lanceta el germen hasta que pica a un individuo sano.

Más complicada es la relación entre el insecto, la enfermedad y el hombre cuando el germen de la enfermedad se multiplica en el insecto pero no cambia mucho de forma. Esto ocurre en las pulgas cuando ingieren organismos de la peste con la sangre de una rata que la padece.

De la relación más compleja son ejemplo los mosquitos anofeles al transmitir la malaria. Los organismos de la malaria en la sangre del hombre producen a veces células machos y hembras. El mosquito ingiere las células cuando pica. Las células se aparean dentro del estómago del mosquito, desarrollándose en ooquinetos activos, que atraviesan las paredes del estómago del mosquito y forman quistes. La división celular se realiza en los quistes, formándose centenares de pequeños esporocitos en forma de huso.

Después los oocistos muy alargados se abren paso hacia el interior del cuerpo del insecto. Los esporocitos activos enjambran, no tardando en llegar a las glándulas salivales y penetra en ellas, estando ya listos para pasar a la corriente sanguínea de la persona a la que pique el mosquito. A este ciclo, que dura de 7 a 10 días, se le llama ciclo esencial o sexual. Una vez que han entrado en la corriente sanguínea, los diminutos organismos de la malaria —los esporocitos— entran en órganos como el hígado, por ejemplo. En unos días atacan los glóbulos rojos de la sangre, en los que pasan otro ciclo de crecimiento y multiplicación. Algunos alcanzan finalmente la madurez sexual, listos para ser ingeridos por otros mosquitos, repitiéndose así el ciclo sexual en el insecto.

En este método de transmisión de la enfermedad, al que se le llama cíclico u obligatorio porque el organismo de la enfermedad está subordinado al insecto para su transmisión natural y continuada, acontecen muchas variaciones.

Los insectos portan organismos de enfermedades de muchos tipos, entre ellos virus microscópicos, bacterias y protozoos, y ascárides y temias, que son mucho mayores. Con frecuencia son muy complejos los modos como los organismos de las enfermedades se mantienen vivos en los animales superiores y en los insectos y pasan de una generación a otra. Para descifrarlos se ha necesitado a menudo gran imaginación científica y una habilidad perseverante. Algunos ejemplos se exponen más adelante. Algunas veces los organismos de enfermedades son llevados de una fase de un insecto huésped a otra, sin que la etapa o etapas intermedias transmitan la infección o ni siquiera vivan como parásitos. En muchos casos los agentes de las enfermedades pasan la fase de huevo de una generación del huésped a la siguiente.

El ciclo de la enfermedad puede interrumpirse destruyendo al insecto vector, utilizando drogas para matar o eliminar a los organismos de la enfermedad en el huésped humano o por inmunización. Por lo general se obtiene el mejor éxito con la combinación de los tres procedimientos, mas el aislamiento de las personas infectadas (para evitar que el insecto vector se acerque al organismo de la enfermedad) y medidas sanitarias como proteger a las personas sanas con tela metálica en puertas y ventanas.

¿Enferma o mata la enfermedad al insecto? En ocasiones el insecto infectado no sufre ningún daño: indudablemente ha llegado a inmunizarse. A veces puede acortarse su vida. En ocasiones muere. Cuando esto sucede, aquella clase particular de insectos no es un portador habitual o bien adaptado de aquellos gérmenes morbosos particulares.

Los insectos del orden diptera, o sea las moscas de dos alas, quizá son causantes de mayor número de muertes y enfermedades humanas que cualquier otro grupo. Pueden compararse con los asesinos más grandes del hombre en la Tierra. Los mosquitos habitan prácticamente todas las regiones del mundo, excepto las zonas polares. Son agentes transmisores únicos de la malaria o paludismo, de la fiebre amarilla, del dengue, de la filariasis bancroftiana y malaya. También son agentes transmisores de ciertos tipos de encefalitis y en ocasiones pueden intervenir en la transmisión mecánica de la tularemia y el antrax.

La malaria, la gran inhabilitadora, es muy frecuente en los trópicos y en gran parte de las regiones templadas. Ha habido brotes en el Canadá y en lugares tan al Norte como en Arcángel, en la Rusia Soviética. Las especies de *Anopheles* de alas motedas son los portadores de la malaria humana.

En un tiempo fueron palúdicas grandes zonas de los Estados Unidos, pero la enfermedad se replegó hacia el Sur cuando se desecaron los pantanos, se roturó la tierra y la gente protegió sus casas con tela metálica. En esas tierras el clima benigno y las zonas con agua abundante dieron oportunidad para que se criaran los mosquitos en gran número durante los largos veranos. Los parásitos del paludismo también se desarrollan en los mosquitos, y la gente estaba más expuesta porque pasaba la mayor parte del tiempo fuera de casa en las tardes calurosas. Las casas mal hechas y sin tela metálica permitían en ocasiones que tuviera lugar la infección aun dentro de ellas. Con el uso del DDT la enfermedad se ha venido reduciendo desde el año de 1943. En los Estados Unidos existe poca malaria en nuestros días.

En los Estados Unidos hay apenas una docena de especies de mosquitos *Anopheles,* pero sólo una de ellas es importante en la transmisión de la malaria en los Estados del Este y del Sur. Asimismo, en los Estados del Pacífico sólo una especie, pero diferente, es el agente transmisor natural. En diversas partes del mundo existen veintenas de clases diferentes de *Anopheles.* Su crianza variada y hábitos para picar determinan las medidas de control que han de aplicarse en cada zona. Algunos son agentes transmisores del paludismo. Otros no afectan al hombre.

La fiebre amarilla, o bandera amarilla,* periódicamente aterrorizaba a nuestras gentes, especialmente en el Sur, en las primeras épocas. Algo de este terror desapareció cuando Reed, Carroll, Lazear y Agramonte demostraron en 1901 que un mosquito semidoméstico, conocido ahora como el mosquito de la fiebre amarilla, era el vector de esta enfermedad. Pero aunque sabemos cómo controlar o erradicar el mosquito, y aunque se ha descubierto una vacuna protectora, la enfermedad es aún considerada como una amenaza grave tanto en este país como en otras partes más cálidas del mundo. Una enfermedad mortal causadas por un virus acecha aún en las selvas de América del Sur y de África. Para principiar a causar graves molestias el virus sólo necesita ser transportado por especies de los mosquitos de la selva de un mono infectado a un hombre, que a su vez puede infectar a un mosquito de la fiebre amarilla en una zona populosa. Es cierto que esta insidiosa enfermedad se propagó súbitamente desde 1950 en las selvas de Panamá y Costa Rica, donde se creía que había sido erradicada,

* Llamada así porque en los lugares de cuarentena se izaba una bandera de ese color. *(N. del T.)*

lo que tuvo por consecuencia informes infundados y un tanto histéricos aun en México.

El mosquito de la fiebre amarilla vive muy cerca de los humanos. Se cría en el agua que se acumula en latas viejas de estaño, en macetas y llantas de deshecho. Raras veces se le encuentra a más de cuatrocientos metros de una casa. Solamente pica el mosquito hembra. Las hembras de las especies de la fiebre amarilla salen de sus escondites a la hora del crepúsculo, encuentran tobillos o brazos desnudos y huyen como saetas al movimiento más ligero.

El Premio Nóbel de Medicina para 1951 se adjudicó a Max Theiler por el descubrimiento de una vacuna de virus vivos atenuados que no sólo ha protegido a miles de civiles y de soldados, sino que sin duda ha contribuido a mantener libre el Lejano Oriente de esta temible enfermedad, no obstante el aumento de los viajes por aire.

El mosquito de la fiebre amarilla también es agente transmisor del dengue, que es una enfermedad causada por un virus y que produce dolores intensos y debilitamiento, pero que no es mortal y que aparece de vez en cuando. Texas tuvo más de medio millón de casos en una epidemia en 1922. Por períodos cortos incapacitó a gran número de nuestras tropas en Guam y otras islas del Pacífico durante la Segunda Guerra Mundial.

La encefalitis, causada por varias clases de virus que atacan al sistema nervioso central de los vertebrados, es transmitida por diversas especies de mosquitos. Una especie puede ser vector de un virus y no de otra. Un brote de la llamada encefalitis tipo San Luis fue causado en 1933 por un mosquito casero del Norte, según se piensa. Una rama de la enfermedad que ha causado anualmente algunos cientos de casos de encefalitis humana es transmitida principalmente por el *Culex tarsalis*. Varias especies de mosquitos pueden transmitir la grave encefalitis "Japonesa B", que ha causado epidemias graves en el Japón y territorios adyacentes. Dos tipos de enfermedad del sueño de los equinos, que ha matado miles de caballos en los Estados Unidos, también se presentan en el hombre y probablemente son transmitidas por varias de nuestras especies de mosquitos comunes. Se han encontrado en el campo algunas chinches parásitas y ácaros de los pájaros infectados.

La elefantiasis, una enfermedad que deforma a la gente en los trópicos y en las subtrópicos, es transmitida por mosquitos. Es frecuente que las extremidades y los genitales se hinchen mucho debido a que pequeños ascárides se han instalado en las glándulas linfáticas. Los gusanos descargan huevos en la corriente sanguínea, los cuales posteriormente se convierten en gérmenes activos conocidos como microfiliarias, que se llevan los mosquitos cuando pican. Algunas razas de los gusanos jóvenes hormiguean en la sangre cerca de la superficie del cuerpo a la hora del día o de la noche en que es probable que piquen las especies de mosquitos favorecidas.

Una vez que llegan al estómago del mosquito, los gusanos jóvenes se escapan culebreando de su envoltura, que parece un saco, al cabo de una hora aproximadamente. A través de las paredes del estómago penetran a los músculos torácicos, donde se desarrollan durante 2 ó 3 semanas. Después pasan a la lanceta del mosquito, se enroscan y esperan la oportunidad para entrar en la piel de una persona cuando el mosquito pica de nuevo. Los gusanos, de aproximadamente un veintidosavo de pulgada de longitud, anidan dentro de la piel, llegan a los vasos capilares y son transportados por la corriente circulatoria a una glándula linfática, donde se desarrollan hasta alcanzar la madurez. Los gusanos hembras tienen una longitud de 8 a 10 centímetros, y los machos la mitad aproximadamente. El ciclo se completa cuando se realiza el apareo y principia la producción de microfilarias.

La elefantiasis no sigue necesariamente a la infección por un piquete de mosquito infectado, pero con frecuencia se manifiestan irritación de la piel y fiebre. La infección debida a esos gusanos se llama filariasis. El mal apareció hace algunos años en la vecindad de Charleston, S. C., pero parece que se ha extinguido. No se conocen más focos endémicos en los Estados Unidos, aunque el agente portador, el mosquito casero del Sur, está ampliamente distribuido en esa zona.

El descubrimiento y uso de diversas formas de controlar los mosquitos se discuten en la página 540.

No-see-ums llamaron los indios al diminuto mosquito de alas moteadas que puede pasar fácilmente por una tela de alambre fina. También los llamaron yescas o moscas de la arena (aunque no son el *Phlebotomus,* que estudiamos más adelante), y son conocidos científicamente como *Culicoides.* Sus piquetes pueden ser sumamente irritantes. A menudo producen reacciones retardadas. Las 20 especies que existen en Norteamérica difieren mucho en sus hábitos de crianza, pero todos se desarrollan en el agua o en lugares húmedos. Las larvas de las clases más molestas se desarrollan en el lodo de los pantanos salados y en los agujeros de los árboles donde se acumulan las hojas en descomposición y el agua. Los insectos, aunque muy molestos, no parece que porten en nuestro país enfermedades humanas. Erróneamente se les atribuyó en Nueva Guinea el causar la "fiebre de la mosca de la arena" a las tropas americanas. Son un huésped intermedio de ciertos ascárides (nematodos) en África y en todas las regiones tropicales. Estos gusanos no parecen causar la enfermedad en la sangre del hombre.

La construcción de diques y compuertas para proteger las bonas de pantamos salitrosos, la limpieza y ahondamiento de las márgenes de charcas y corrientes y el relleno de los agujeros de los árboles son medidas que reducen la proliferación. Las nieblas y los espolvoreos de insecticidas protegen a las comunidades humanas contra los adultos. Algún alivio se obtiene pintando las telas metálicas que protegen las casas con DDT al 5 por ciento en petróleo, usando mosquiteros tupidos en las camas y aplicando repelentes a las partes expuestas del cuerpo.

Las moscas negras, de la familia Simulide, son plagas molestas para los leñadores, para las personas que acampan en tiendas o chozas, para los pescadores y para otras personas que viven en los bosques del Norte. Pero estos pepequeños y corcovados mosquitos no se limitan a la parte norte del país. En los Estados Unidos existen unas 75 especies. Muchas otras se encuentran en otros países. Todos se crían en agua corriente. Algunas clases viven únicamente en las corrientes rápidas de las montañas. Ponen los huevos en palos o rocas que sobresalen del agua. Las larvas se adhieren a objetos que están en el agua, desde donde cogen su alimento con unos pelos movibles que tienen alrededor de la boca. Tejen bajo el agua bolsas que parecen de tela y pasan en ellas la fase de crisálida.

Como portadores de enfermedades humanas, las moscas negras no son un peligro en este país, aunque muchas personas sufren dermatitis graves o reacciones alérgicas a causa de sus piquetes. En México, Centroamérica, América del Sur y África algunas especies son huéspedes de un ascáride en sus primeras fases y lo transmitén de una persona a otra. Los gusanos forman nódulos bajo la piel, principalmente en la cabeza y en la parte superior del cuerpo, que producen la oncocerciasis u oncocercosis. Algunos atacan a los ojos y pueden causar la ceguera.

Las larvas de las moscas negras pueden matarse echando pequeñas cantidades de DDT a las corrientes infestadas. Las dosis necesarias para controlar las larvas

no dañan a los peces, pero debe tenerse cuidado de no aplicar cantidades excesivas, porque los matarían. Nieblas de DDT aplicadas desde el aire o desde el suelo ayudan a destruir estos mosquitos. De algo sirven también las presas para eliminar los rápidos en las corrientes de agua. Los repelentes no son muy satisfactorios.

Las moscas de arena son chupadores de sangre muy molestos y portadores de cuando menos dos enfermedades graves, aunque ninguna de la media docena de especies de este grupo *(Phlebotomus)* que aparecen rara vez en nuestro país son agentes transmisores de enfermedades. La peligrosa fiebre de la verruga oroya que existe en Perú, Ecuador, Bolivia y otros países de América del Sur es transmitida por las moscas de la arena. También transmiten la fiebre pappataci, llamada también fiebre de la mosca de arena o de 8 días, de la región del Mediterráneo, el Cercano Oriente, sur de China, Ceilán e India. Es una leve enfermedad febril del hombre.

El kala azar, una leishmaniosis endémica en la zona del Mediterráneo, en Iraq, el sur de Rusia, la India y China, es transportada por las moscas de arena. Es una enfermedad repulsiva de la piel, conocida con el nombre de úlcera oriental, común en esa zona.

El insecto se cría en desperdicios animales y vegetales húmedos y en las grietas de las rocas y de las paredes. La aspersión de DDT con petróleo en los rincones de los dormitorios, en las bases de las casas y en sus otros lugares de cría y descanso controla las moscas de la arena y detiene las infecciones.

Parientes cercanos de las moscas de la arena son otras moscas palomillas que no tienen sed de sangre. Algunas de ellas se crían en los desagües de albañales y retretes. A menudo salen en gran número de las alcantarillas e invaden las casas cercanas. No las atraen los alimentos, pero de vez en cuando se posan en ellos o en los platos y utensilios, que contaminan sin lugar a duda. Las larvas que se encuentran en las piedras de las alcantarillas necesitan mucho oxígeno y se pueden matar simplemente inundando los acueductos subterráneos con unos cuantos centímetros de agua estancada o de albañal. Los insecticidas (como las emulsiones de DDT) son también eficaces, pero pueden destruir otros organismos que ayudan a conservar los desagües limpios.

Los tábanos y los crisopos son plagas peligrosas para el ganado, pero por lo general son menos molestas para el hombre. Estos agresivos chupadores de sangre también pueden atacar al hombre. Sus picaduras son dolorosas. En ocasiones, los bañistas y los excursionistas a playas cerca de pantanos salitrosos a lo largo de la plataforma Atlántica son ahuyentados por los ataques de los tábanos "cabezas verdes". Los hombres que trabajan al aire libre en los bosques del Norte están familiarizados con los enjambres de estas moscas.

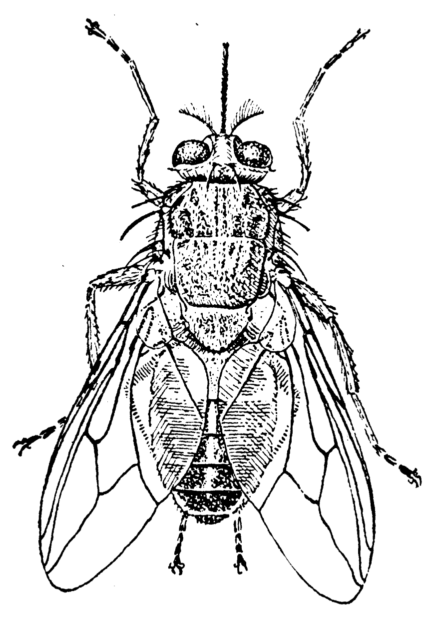
Con frecuencia los crisopos atacan al hombre. En el verano de 1935, 170 jóvenes del Cuerpo Civil de Conservación se dedicaron a preparar un refugio de caza en tierras cenagosas saladas cerca del lago Bear, en Utah. Los crisopos les molestaron mucho; 30 de los jóvenes contrajeron la tularemia o fiebre del conejo en el espacio de 2 semanas, por lo que tuvieron que levantar el campamento.

Las moscas transportan la tularemia en sus picos. De vez en cuando también son transportados en esa forma gérmenes del antrax por tábanos y crisopos entre animales enfermos y sanos, y en ocasiones entre aquéllos y el hombre.

En el África Occidental tropical, crisopos de dos o más especies son huéspedes del parásito filarial *(Loa loa)* del hombre. El parásito se aloja en los tejidos conjuntivos debajo de la piel y con frecuencia ataca los ojos.

Los tábanos y los crisopos pueden combatirse de varias maneras. La desecación de las zonas pantanosas donde se crían con frecuencia no puede practi-

carse. Algo vale la aspersión de los lugares cenagosos y pantanos con soluciones de DDT en los primeros días de verano. Debido al peligro de perjudicar a los animales silvestres, el uso de insecticidas debe hacerse bajo la vigilancia de una persona experimentada. No ha dado mucho resultado el uso de repelentes para proteger el ganado.



Mosca tsetsé.

La mosca tsetsé porta la enfermedad africana del sueño, enfermedad mortal causada por diminutos organismos unicelulares, los tripanosomas. Una forma, la enfermedad del sueño de Gambia, es transportada, principalmente, por una mosca, la *Glossina palpalis,* muy parecida a la mosca de los establos. Otra clase que provoca la muerte más rápidamente es la enfermedad del sueño de Rhodesia, transportada principalmente por la *G. morsitans.* Además de estas enfermedades de los humanos, las moscas tsetsé transmiten varias enfermedades análogas al ganado y a los animales silvestres. Los organismos de la enfermedad los toma la mosca de la sangre con que se alimenta, pasan las fases de desarrollo y se multiplican en el aparato digestivo. Invaden las glándulas salivales una vez que alcanzan la madurez, y cuando la mosca pica para alimentarse los organismos pasan a otro animal huésped.

Estas peligrosas moscas se encuentran solamente en el África tropical y subtropical, donde impiden la colonización y el progreso.

Las moscas tsetsé viven de 3 a 6 meses. Viajan a distancias considerables, aunque la *G. palpalis* se sitúa cerca de las orillas de los lagos, o en los bosques o a lo largo de las corrientes de agua. Los insectos difieren de la mayoría de las moscas en que los huevos se incuban y las larvas se desarrollan en la bolsa uterina dentro del cuerpo de la mosca madre. Solamente una larva se desarrolla a la vez. Cuando alcanza su tamaño completo cae en la sombra y cerca del agua. Se entierra en el suelo allí mismo y en un lapso de 3 semanas a 2 meses se convierte en mosca.

La mosca doméstica ha compartido el alimento del hombre y se ha desarrollado en sus desperdicios y en los de sus animales domésticos desde el principio del mundo.

La mosca doméstica puede poner 21 tandas de huevos, vive 5 meses y completa una generación cada dos semanas.

La mosca doméstica se cría en la materia vegetal y animal que fermenta y en otras inmundicias, sin las cuales no puede vivir a pesar de su alta capacidad para reproducirse.

La capacidad de viajar cuando menos 20 kilómetros, los hábitos inmundos y el apetito sin medida hacen de la mosca doméstica un formidable portador de gérmenes, aunque muchos de los que transporta a nuestros alimentos no causan enfermedades. Pero cuando en los desperdicios existen organismos de enfermedades la mosca doméstica los transporta. En tiempos pasados muchos casos

de tifoidea se debieron a ella, y en la actualidad aún se le deben algunos. La disentería, la diarrea y otros trastornos del aparato digestivo se deben frecuentemente a la contaminación de los alimentos y utensilios por las moscas. Se cree que las moscas domésticas tienen parte en la difusión de los gérmenes del cólera, de la frambesia, del tracoma y de la tuberculosis. También transportan ciertos gusanos parásitos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, el DDT —aplicado a las paredes y techos de los edificios como aspersión permanente o duradera— convirtió durante algún tiempo la mosca doméstica casi en una rareza. Pero de acuerdo con las defensas de la Naturaleza para perpetuar una especie sin tener en cuenta los deseos del hombre, principiaron a aparecer en 1947 razas resistentes a los efectos del DDT en varias partes del mundo, razas que adquirieron más resistencia y se propagaron en los años siguientes.

Se averiguó que otros insecticidas, químicamente parecidos al DDT, tenían el mismo efecto permanente para matar, aunque eran menos persistentes. Entre ellos se cuentan el exacloruro de benceno, el lindano, el metoxiclor, el TDE, el clordano, el toxafeno y el dieldrín. No cabe duda que se descubrirán otros, pero la mosca doméstica ha demostrado su capacidad para desarrollar resistencia contra todas esas sustancias después de estar expuesta a ellas durante varias generaciones. Para ayudar a resolver esta situación, se ha vuelto a utilizar otra vez, ahora con más frecuencia, el viejo y seguro piretro solo o en mezclas. A diferencia del DDT, el piretro mata rápidamente.

Las telas metálicas y otros medios de impedir la entrada de las moscas en los edificios y evitar que toquen los alimentos son de gran valor y sin duda continuarán usándose por ser necesarias para la protección contra la mosca doméstica, los mosquitos y otros insectos molestos y peligrosos. El papel mata-moscas, las trampas y los aparatos electrocutantes son útiles también para destruir las moscas que se reproducen no obstante la limpieza más estricta.

Las moscardas, llamadas con frecuencia moscas verde botella o moscas azul botella, o también moscones, son de muchas clases. Tienen ciclos de vida y hábitos parecidos a los de la mosca doméstica, pero se crían principalmente en despojos de animales muertos y en carne en descomposición. Raras veces son tan numerosas como las moscas domésticas, pero transportan muchos de los mismos organismos que producen enfermedades.

Los estudios de laboratorio han incriminado a moscardas recogidas en el campo de la conducción del virus de la poliomielitis, aunque su papel como causa de infecciones humanas es una cuestión que aún se discute. Los hábitos de las moscardas parece que les dan la oportunidad de transmitir esa enfermedad y otras muchas.

Las larvas de las moscardas también se desarrollan en las heridas o en aberturas naturales del cuerpo. Estos ataques se llaman myiasis. Algunas especies, verdaderos parásitos, se desarrollan en los tejidos de animales vivos. Otras especies, cuando accidentalmente son ingeridos en forma de huevos o larvas, pueden continuar su crecimiento en el aparato digestivo produciendo irritaciones graves, náuseas, vómitos y diarrea.

Los parásitos verdaderos pueden chupar sangre, como lo hace la larva congolesa del suelo, que ataca al hombre, o pueden invadir las fosas nasales heridas o inflamadas, como lo hace el gusano tornillo: si no se matan o se quitan pronto, los gusanos tornillos pueden destruir los tejidos en cantidad bastante para desfigurar a la víctima o causarle la muerte.

Algunos otros insectos que por lo general viven como parásitos en el ganado pueden atacar al hombre ocasionalmente. El rezno del borrego a veces se lanza contra el ojo de una persona y deposita una especie de gotita que contiene varias larvas diminutas, espinosas y activas. La larva camina sobre el globo del

ojo y causa inflamación. Se dice que en el norte de África los pastores están ciegos por sus repetidos ataques. El rezno del caballo y el gorgojo de la vaca en la primera fase de su desarrollo de vez en cuando se incrustan en la piel de las personas que trabajan cerca del ganado. El rezno del caballo horada la piel produciendo una especie de erupción progresiva. Los gorgojos del ganado vacuno penetran más profundamente y por lo general trabajan hacia arriba, como lo hacen en el ganado. Con frecuencia llegan a la superficie en el cuello o la cabeza produciendo un bulto como un furúnculo, del cual pueden extraerse. A veces causan enfermedades graves.

La *Dermatobia* es una mosca que causa pérdidas serias en el ganado vacuno en las Américas tropicales. Con frecuencia infestan al hombre y por esta razón se la ha llamado rezno de los humanos. Las larvas se desarrollan en bolsas debajo de la piel y mantienen una abertura a través de ella por la cual se abastecen de aire. Para que sus larvas lleguen al huésped conveniente, la mosca agarra un mosquito u otro insecto chupador de sangre, adhiere unos huevos al cuerpo del chupador y lo suelta. Cuando el mosquito pica a un animal de sangre caliente, las pequeñas larvas salen del huevo y hacen sus madrigueras en la piel.

Las pulgas, como las moscas que pican, se encuentran entre los insectos superiores que tienen metamorfosis completa. Han desarrollado hábitos parasíticos altamente especializados solamente en la etapa de adulto. Los adultos carecen de alas y tienen un cuerpo literalmente comprimido y patas espinosas y fuertes que le ayudan a movilizarse con rapidez entre los pelos o las plumas de sus huéspedes. Las partes de la boca están adaptadas para picar y chupar. Todas las especies, por lo que sabemos, son parásitos de los vertebrados superiores. Las pulgas tienen una fuerza asombrosa en relación con su tamaño diminuto. La pulga del hombre puede saltar 33 centímetros.

Unas personas atraen a las pulgas más que otras que se encuentran igualmente expuestas. En algunas personas rodea inmediatamente al puntito del piquete una zona inflamada; en otras, esta inflamación tarda en aparecer. El nombre de *Pulex irritans* es, pues, apropiado para la pulga del hombre, que se ha adaptado a vivir en los pliegues de la ropa de éste como sustituto de la piel de los animales inferiores. Suelta los huevos promiscuamente y no se pegan a la ropa o al pelo como lo hacen los de los piojos. La larva, parecida a un gusano, vive en los desperdicios orgánicos cerca de las casas.

Otras especies que llegan a ser molestas en las residencias del hombre son las pulgas de la rata, del gato y del perro, que no tienen preferencia tan restrictiva por su huésped como algunos de sus primos por ciertos roedores en el campo.

La nigua es una especie de pulga especialmente irritante para el hombre y para los animales de los Trópicos. Las hembras penetran en la piel, particularmente en la de los pies, formando cráteres en forma de úlceras, de donde hay que sacarlas para que sanen. Esta pulga no es portador conocido de enfermedades.

De mucho interés son las especies que llevan al hombre las graves y muy propagadas infecciones de los roedores, como la peste bubónica y el tifo murino. En climas calientes viven en todas partes. Durante la Segunda Guerra Mundial, uno de los autores observó que los insectos saltaban en todas direcciones de los pliegues de los pantalones de los árabes mientras estudiaban los efectos del DDT en Egipto; hervían dentro de sus ropas, a las que pasaban de la paja de las cajas de píldoras abandonadas y del suelo de las cuevas ocupadas por los refugiados en Sicilia, donde investigaba los mosquitos y las moscas de la arena; en las Filipinas saltaban a miles de la hojarasca del suelo en una pequeña aldea de nativos abandonada a orillas de un río de montaña. Haciendo caso omiso de la localidad, de la raza y del color, buscaban sangre humana.

La peste bubónica es, con mucho, la enfermedad humana más grave que se le atribuye a la pulga. Recuérdense los estragos de la peste negra en la Edad Media,

particularmente entre las poblaciones de las ciudades portuarias. La peste recorre aún la tierra. En las operaciones militares en los Trópicos quizá propagamos inevitablemente la enfermedad a nuevas zonas mediante las cabezas de playa u otras operaciones de desembarco en que no fue posible usar defensas, como los cables de ancla acollarados y la inspección sanitaria, que se utilizan en tiempos de paz para evitar la emigración de ratas y de sus pulgas a puertos nuevos y zonas pobladas.

En 1930, uno de nosotros vivió en una ciudad portuaria del África Occidental, donde la gente consideraba cosa común la muerte de 600 personas anualmente.

Las enfermedades aumentan y disminuyen en los Trópicos, pero los antibióticos descubiertos desde 1940 prometen aliviar la situación si se dispone de ellos. Ahora nadie tiene por qué morir de esta enfermedad en otro tiempo terrible si se hace el diagnóstico pronto y se dispone de las drogas necesarias. Los datos experimentales indican que una combinación de estreptomicina y aureomicina es el mejor tratamiento.

La ecología de la llamada "peste selvática" en la mitad occidental de los Estados Unidos es bastante oscura. Allí la infección continúa barriendo todas las poblaciones de roedores del campo, con sólo algún caso humano de vez en cuando. La enfermedad no ha afectado en gran proporción las ratas de la ciudad. Las pulgas especiales de las ardillas, de las marmotas y de los conejos afectados son menos propensas a picar a los seres humanos que las pulgas de las ratas del Norte y de Oriente.

El tifo murino, o tifo endémico, se parece al tifo que ocasionan los piojos, que por el número de casos, pero no en virulencia, excede en importancia a la peste como una enfermedad humana mundialmente propagada. La propagación del tifo murino de un hombre a otro por el piojo, después de haber sido adquirido de las pulgas, ha sido registrada en México y en Manchuria. Nuevas técnicas de laboratorio y el diagnóstico cuidadoso son indispensables para confirmar dichas informaciones.

El tifo murino está muy difundido en los climas tropicales y templados. El tratamiento con antibióticos ha sido eficaz, pero aún son más importantes las medidas preventivas. Es necesaria una vigilancia constante para detener la propagación de las pulgas de las ratas por las ratas domésticas. En las localidades endémicas el DDT u otros tóxicos se usan en los lugares que frecuentan las ratas para reducir la población de pulgas que viven sobre las ratas. Otra arma son los venenos para las ratas, que han mejorado espectacularmente en los últimos años; uno de ellos es la warfarina, que es relativamente segura.

Casi todos hemos sido picados por abejas, avispas y hormigas. Algunos han sufrido el dolor más intenso del piquete de una hormiga terciopelo, la "matadora de vacas". Todos estos insectos utilizan la picadura solamente en defensa propia, pero el dolor es, no obstante, intenso. Por lo general los efectos no duran mucho, pero algunas personas que son alérgicas al veneno que inyectan los insectos pueden ser gravemente afectadas, y hasta llegar a morir, especialmente si reciben muchas picaduras.

La sustancia que causa el dolor y el mecanismo del piquete varían entre los insectos. Por lo general el veneno es una sustancia proteica compleja. Entre las hormigas, el ácido fórmico es parcialmente el causante del dolor que produce el piquete o la mordedura. La mayor parte de los insectos pueden picar más de una vez, pero la abeja melífera pierde la vida cuando pica. El punzante aguijón queda clavado en la carne y se rompen la punta del abdomen y las dos glándulas venenosas. Los músculos que operan el órgano con que pica se mantienen contraídos por algunos minutos, introducen el aguijón más profundamente en la piel e inyectan el veneno en la herida. Por esta razón es necesario quitar el

aguijón rápidamente. La mejor forma de hacerlo es arrancarlo raspando con una navaja o con una uña; cuando se saca con los dedos puede inyectarse más veneno en la herida.

Las orugas no son agentes portadores de enfermedades humanas, pero a menudo causan daños dolorosos, que se deben principalmente a los pelos o espinas que tienen en el cuerpo las larvas. Las espinas huecas, conectadas por sus bases con glándulas venenosas, contienen sustancias venenosas y se desprenden en la piel del hombre cuando una parte sensible del cuerpo entra en contacto con la oruga o con la piel que ha mudado.

Las espinas contribuyen a proteger a la oruga en contra de sus enemigos predatores, pero no evitan su destrucción por moscas parásitas y por avispas, que destruyen un alto porcentaje de ellas.

Varias especies de siete u ocho familias de palomillas pican en la misma forma. Algunas de las peores, como la oruga mínina, parece completamente inofensiva; pero muchas larvas feas y de apariencia peligrosa, como el diablo cornudo del nogal americano, son inofensivas.

Varias orugas urticantes son plagas de las cosechas y de los bosques, tal como la palomilla de cola parda de Nueva Inglaterra, la palomilla de franela de los Estados del Norte, la palomilla io, la oruga ensillada y la oruga mínina. Estas últimas ocasionalmente destruyen las hojas de los olmos, los almeces y otros árboles de sombra del Sur.

Los pelos de la palomilla de cola parda retienen su veneno por un período largo, y cuando los insectos son numerosos, pueden irritar la piel y los ojos de muchas personas. El piquete de la mayoría de las especies, aunque doloroso, no dura mucho. La oruga minina tiene un piquete más doloroso y de efectos más duraderos, que provoca en las personas síntomas de parálisis.

Antes de que alcancen su desarrollo completo, las orugas pueden controlarse espolvoreando los árboles de sombra y los arbustos infestados con arseniato de plomo o con DDT. La probabilidad de que una persona tenga contacto con las orugas aumenta cuando éstas buscan un lugar para pasar la fase de crisálida. No existe ningún remedio específico para el piquete, aunque se recomiendan aplicaciones de bicarbonato de sodio y lociones refrescantes.

Los escarabajos de la familia Meloide tienen en los fluidos del cuerpo una sustancia venenosa, la cantaridina, que ampolla la piel. Los escarabajos se colectan y se secan, y la cantaridina se extrae y se vende como droga. De las muchas especies de escarabajos que provocan ampollas, uno de ellos es muy conocido en los Estados Unidos con el nombre de escarabajo anticuado (catarinita de la papa).

Algunos de los escarabajos andorreros (familia Stafilínide) también causan ampollas que a menudo tardan en sanar. La llamada enfermedad del vino de palmera entre los nativos de las islas Marshall se supone que es causada por escarabajos andorreros que penetran en la pulpa de la palma, que es fermentada para hacer una bebida alcohólica. El veneno del escarabajo lo extrae el alcohol y causa síntomas cuando se bebe el líquido.

PARA LOS ENTOMÓLOGOS el término "chinche" se refiere específicamente a un orden de insectos, la Hemíptera, que incluye la chinche doméstica sin alas de varias especies, y los insectos alados, picadores o chupadores de sangre, conocidos como "chinches besadoras", chinches asesinas, narices cónicas y sus parientes.

Pocos insectos han sido más difamados y menos confirmados como agentes transmisores de enfermedades que la chinche doméstica o su pariente cercana la chinche doméstica India de los trópicos y subtrópicos. Algunas otras especies de la familia de la chinche doméstica, que son parásitos habituales de los pollos, de las golondrinas y de los murciélagos, pueden invadir a veces las casas, pero causan pocos males a sus habitantes humanos. La infestación de chinches

domésticas se considera como un signo de desaseo y suciedad en las casas y en los hoteles; pero se ven en ocasiones en los transportes públicos, de suerte que cualquiera puede llevarlas a su casa. Algunas personas son sensibles a sus piquetes y pueden sufrir un salpullido pasajero, hinchazón local o irritación consecutivos a sus ataques. Las chinches tienen hábitos nocturnos. Durante el día se esconden en los colchones, en las junturas de las camas de madera, en las grietas y otros escondites de los dormitorios. Sus cuerpos aplastados pueden pasar por grietas muy cerradas. Tienen un olor característico y picante. Todas las fases activas son parasitarias desde que salen del huevo, que ponen en sus escondites. Los adultos pueden vivir sin alimento de sangre por espacio de un año, pero por lo general emigran en temporadas de hambre.

Hasta ahora nadie ha probado que las chinches domésticas sean los verdaderos vectores naturales de enfermedades humanas importantes. Los agentes causantes de varias enfermedades, entre ellos los del Kala azar de Asia, la enfermedad de Chagas de América del Sur, la fiebre recidiva, la ictericia infecciosa, la coriomeningitis linfocítica, la tularemia y también la peste, se ha visto experimentalmente que persisten a veces en el cuerpo de las chinches. Se han registrado también como vectores del tabardillo pintado de las Montañas Rocosas en Brasil. De los primeros trabajos experimentales en Polonia se sacaron conclusiones similares; pero estos resultados experimentales no han sido confirmados por otros investigadores.

Varias de las narices cónicas, llamadas algunas veces chinches besadoras, de la familia Triatomidaes, se ha visto que son los portadores naturales de la tripanosomiasis en los trópicos americanos, y aun en las partes templadas de América del Sur. La enfermedad de Chagas, llamada así por un investigador brasileño, causa muchas muertes entre la población infantil en algunas localidades. Esta enfermedad es causada por organismos diminutos, los tripanosomas, que se multiplican en los órganos humanos y pasan un ciclo de desarrollo definido en las chinches que se han alimentado de personas que los tienen en la sangre. Se han encontrado unas 40 especies de triatomidas infectadas naturalmente, pero unas 12 de ellas no tienen importancia en la transmisión a los humanos. Habitualmente algunas especies dejan excrementos cuando pican o inmediatamente después. Probablemente la transmisión acontece por la contaminación fecal de la herida hecha por el piquete y otras erosiones, o de las membranas mucosas de la víctima, más bien que por inoculación directa por las partes de la boca de la chinche succionadora. Se han registrado numerosos nativos y animales domésticos como depósitos de dichos organismos.

Existen varias especies de chinches en los Estados del Sur, donde infectan los nidos de los roedores y otros refugios de animales. Pueden invadir habitaciones o campamentos de los humanos y atacar al hombre mismo. La infección natural de tripanosomas en las ratas del campo y sus parásitos, el triatoma protracta o el *T. uhleri,* se ha encontrado en algunas localidades. Infecciones humanas en este país se han sospechado únicamente por pruebas serológicas. Los triatómidos se encontraron infectados naturalmente con virus de encefalomielitis equina occidental en el Estado de Kansas, pero es dudoso que tengan importancia en la transmisión a los humanos y aun a los equinos.

Las chinches asesinas cazan a otros insectos, pero no son parásitas de los animales. Algunas especies pueden infligir "piquetes" graves y dolorosos con sus picos si se las molesta o se las toca por accidente.

Las chinches domésticas se controlan con preparaciones de DDT. Las narices cónicas o chinches asesinas son susceptibles a los nuevos insecticidas, pero la acción retardada del DDT y su habilidad para volar y reinfectar rápidamente los locales complican el problema de su control. El DDT se puede aplicar en

solución al 5 por ciento en keroseno desodorizado en todos los escondites de las chinches.

Las cucarachas son los únicos miembros del grupo de los saltamontes (orden Orthoptera) que se incluyen entre los insectos que contaminan los alimentos. En ocasiones los grillos entran a las casas y a veces agujerean la ropa, pero no les atraen los alimentos.

De las muchas especies de cucarachas, solamente cinco son habitantes comunes de las casas, y son la americana grande, la oriental, la australiana, la pequeña cucaracha alemana, o "chinche del agua", y la de franjas pardas. Sus hábitos son similares. Prefieren los lugares cerrados, calientes y húmedos, como los que hay detrás de los fregaderos, alrededor de las tuberías de desagüe y en los cuartos donde hay hornos o caloríferos. Ponen sus huevos dentro de vainas. La cucaracha alemana lleva la cápsula de huevos adherida a la punta del abdomen hasta uno o dos días antes de que hagan eclosión. El insecto joven se parece al adulto excepto en el tamaño y en la carencia de alas. Las cucarachas crecen despacio. La cucaracha americana tarda un año completo en desarrollarse desde el huevo hasta adulto. Entonces y después la plaga asquerosa corre presurosa por las noches o en días oscuros, probando las inmundicias y los alimentos y comunicando a las áreas infestadas su fétido olor a cucaracha.

La gente ha supuesto que desde hace mucho las cucarachas pueden ser agentes transmisores de varias enfermedades entéricas y de la tuberculosis. Ahora sabemos que ciertos gérmenes de enfermedades *(Salmonella)* pueden sobrevivir después de 10 ó 20 días de haber alimentado a las tres clases comunes de cucarachas domésticas. Los gérmenes siguen siendo infecciosos en las bolitas fecales hasta más de 199 días después de la defecación. Estos insectos son una de las fuentes más importantes de la propagación de la salmonelosis intercurrente en los animales de laboratorio.

Las cucarachas pueden controlarse por medio de una limpieza absoluta, eliminando todos los lugares donde se crían y se ocultan, y por medio de insecticidas. Se ha usado el fluoruro de sodio (cuando menos al 50 por ciento) en polvo. El clordano aplicado en aspersiones al 2 por ciento o en espolvoreaciones al 5 por ciento ha dado buenos resultados aplicado en los lugares donde se guarecen esos insectos. También se recomiendan aspersiones de DDT al 5 por ciento o espolvoreaciones de DDT al 10 por ciento, aunque es menos eficaz que el clordano. Se recomiendan aspersiones de piretro donde los alimentos pueden contaminarse con el clordano o con el DDT. El piretro debe aplicarse con frecuencia porque pierde su eficacia en pocos días.

DE LAS DOS CLASES DE PIOJOS que existen nos interesan los piojos chupadores (Anoplura). Los piojos mordedores (Malofaga) son principalmente parásitos de las aves.

Tres clases de piojos chupadores son las que suelen infestar al hombre: el de la cabeza, el del cuerpo y el del pubis o ladilla.

La ladilla prefiere las partes del cuerpo con pelo que se encuentran en la región del pubis y en las axilas. Cuando la invasión es grave, pueden encontrarse ladillas en las pestañas y en las cejas. Causan comezón intensa, pero no tienen ningún efecto conocido sobre la salud del huésped.

Los otros piojos han tenido gran influencia en la historia humana. Han afectado al desenlace de las campañas militares, porque difunden el tifus epidémico. Esta enfermedad, la "muerte roja" de la Edad Media, llamada tabardillo en España, fue el azote de los soldados y de la gente desplazada en tiempos de su mayor miseria cuando menos podían practicar los hábitos acostumbrados de saneamiento.

Ningún insecto ha demostrado adaptación más grande a los hábitos de su

huésped humano que el piojo del cuerpo. De todos los miembros de su orden él solamente ha abandonado la piel de sus huéspedes y encontrado refugio en las prendas interiores de vestir del hombre, en la que pega sus huevos y a la que permanece adherido excepto cuando se alimenta. Un adulto puede alimentarse unas seis veces al día. Cuanto más tiempo se lleven las ropas sobre la piel, más medra el piojo del cuerpo.

El piojo de la cabeza es pariente del piojo del cuerpo, pero es un poco menor y de color más oscuro y solamente se les encuentra entre el cabello de la cabeza. Cuanto más recargado es el adorno capital de los nativos, mayores oportunidades encuentran los piojos para desarrollarse.

Los piojos adultos pueden sobrevivir cinco días sin alimento de sangre. En las etapas más jóvenes tienen que alimentarse más de una vez al día para conservarse en buena salud. La primera invasión de una persona significa poca o ninguna molestia, pero ésta se deja sentir después de una semana o 10 días, cuando los invadidos experimentan una comezón intensa debido a los piquetes de los piojos. Las gentes constantemente infestadas con el tiempo adquieren una gran tolerancia y casi no notan su presencia. Las infestaciones de piojos de la cabeza no son raras en los Estados Unidos. De vez en cuando aparecen entre los niños de las escuelas.

El tifus propagado por los piojos ha sido uno de los azotes históricos de la humanidad infestada. Como la malaria, el tifus es una de las pocas enfermedades graves transmitidas por insectos y en que el hombre mismo sirve de depósito animal de gérmenes. No se conoce ningún ciclo en algunos animales poco desarrollados. Por este motivo, las epidemias han seguido a las guerras con no menos seguridad que la muerte y los tributos, debido a que no pueden aplicarse las medidas habituales de higiene y aislamiento que cortan la propagación de los piojos entre los soldados y los civiles. Al principio de la Primera Guerra Mundial tuvieron que ser hospitalizados diariamente no menos de 2,500 casos nuevos de tifus entre los soldados del ejército servio; se dice que entre los civiles el número fue tres veces mayor. El brote impidió temporalmente la invasión por el ejército austríaco de las fronteras de Servia con mayor eficacia que cualquier estrategia militar. Se cree que la retirada de Napoleón de Moscú se debió más al tifo que al frío.

La fiebre de trinchera, otra enfermedad de los soldados, también es transmitida por los piojos. Apareció en la Primera Guerra Mundial, y también en la Segunda, en el frente ruso-germano. Se cree que el agente causativo está emparentado con el de la fiebre tífica. Esta clase de fiebre no mata pero puede ser una enfermedad epidémica de debilitamiento entre las tropas infestadas de piojos.

La fiebre recurrente, también transmitida por el piojo del cuerpo, es causada por una espiroqueta, organismo completamente diferente al que causa el tifo. La enfermedad está muy generalizada en algunas partes de África del Norte y Asia. Todo lo que se necesita para mantener la infección es aquí también el ciclo piojo-hombre-piojo. Es un misterio cómo se mantienen las fiebres recurrente y tífica transmitidas por piojos entre cada dos epidemias, porque la transmisión a través del huevo de una generación de piojos a la siguiente ocurre raras veces, si es que existe.

El piojo puede controlarse fácilmente con polvo de DDT al 10 por ciento. En 1944 se ideó un método sencillo para aplicar dicho polvo insuflándolo por las aberturas de las ropas de las personas mientras las llevan puestas. Miles de personas refugiadas en Nápoles fueron tratadas en esta forma, impidiendo así un brote de tifo que amenazaba declararse. Pero el hecho de haber encontrado piojos resistentes al DDT en la guerra de Corea hizo necesario el uso de piretro o de lindano en vez de DDT.

Entre las garrapatas y los ácaros se encuentran los acarinos, una clase de artrópodos diferenciada de la Insecta porque tiene cuatro pares de patas en vez de tres en las etapas de ninfa y de adulto y sus cuerpos carecen de la región torácica que tienen los verdaderos insectos.

Los ácaros son por lo general más pequeños que las garrapatas y de hábitos diferentes. Solamente unos pocos atacan al hombre y a los animales. Las garrapatas necesitan sangre para su desarrollo y reproducción, pero es probable que se alimenten del hombre menos de la mitad de las especies.

La sarna del hombre es causada por el ácaro arador, que hace sus madrigueras en la piel, donde también pone sus huevos. El ácaro causa mucha comezón e irritación. En casos graves aparece una extensa costra y roña, especialmente en los brazos y en las manos. El causante no se puede descubrir, excepto cuando se hace una disección cuidadosa con lentes poderosos. Las observaciones realizadas en Inglaterra durante la guerra demostraron que la fuente más grande de casos nuevos fue el contacto directo, y no a través de las toallas, la ropa de camas y las prendas de vestir de la gente infectada.

La sarna de los abarroteros y el salpullido de los cosecheros —pasajero pero a menudo molesto— son el resultado de la exposición a ácaros que ordinariamente infestan los granos y los productos alimenticios almacenados.

El ácaro de la rata tropical y un ácaro menos común, pero también muy extendido, que infesta a los ratones domésticos, *Allodermanyssus sanguineus,* causan ocasionalmente males mediante la infestación de las casas invadidas por sus ratas o ratones huéspedes. La primera especie ha sido acusada de actuar como un vector del tifo murino y de la peste, pero las pruebas experimentales han sido contradictorias y su importancia a este respecto permanece en duda. Pero sí puede transmitir la erupción rickéttrica, la enfermedad de tipo tífico descubierta más recientemente, que se presentó en algunos lugares de Nueva York y de Boston, donde hay ratones infestados. El *A. sanguineus* es el transmisor natural de dicha enfermedad en los suburbios de Nueva York. Algunos de estos ácaros se han reportado también en Rusia como transmisores de la tularemia.

Los ácaros de los pollos y especies emparentadas con ellos causan males al hombre por su hábito de chupar sangre, pero no permanecen en él mucho tiempo.

Los piques pertenecen a otro grupo de ácaros de la familia Trombiculidae. Solamente la etapa primera o larvaria es parásita de los vertebrados y necesita alimentarse con sangre para desarrollarse. Los jiques son tan diminutos que el hombre raras veces los puede ver aunque sean evidentes los numerosos sitios donde se adhieren, como, por ejemplo, la línea del cinturón. En zonas del Este y al sur de los Estados Unidos, donde abundan los piques, no se conocen como agentes transportadores de enfermedades, pero su ataque produce comezón, que puede tener por consecuencia una infección secundaria. Este tipo de ataque se conoce como sarna de estropajo en la zona suboccidental del Pacífico.

El tifo sarnoso, una enfermedad grave en el Lejano Oriente, se le conoce como el mal de tsutsugamushi en el Japón, donde se encontró por primera vez. La transportan ciertas clases de piques. El agente transmisor, relacionado con el grupo del tifo, pasa de una generación de ácaros a la siguiente a través de los huevos.

Por lo general los piques parasitan a las ratas y a otros roedores, pero ciertas especies pueden atacar al hombre. La mortalidad de la sarna del tifo puede ser muy alta —más del 60 por ciento de los casos en ciertas partes del Japón—, o no pasar del 0.6 por ciento entre los norteamericanos en una epidemia que se declaró en las Islas Schoüten, donde aparecieron 1,469 casos en seis meses. Aun con esta mortandad reducida, la situación es seria cuando incapacita por dos meses como promedio o más. Sin embargo, la cloromicetina y la aureomicina reducen notablemente el tiempo de hospitalización y contribuirán a los progresos contra esta enfermedad terrible.

Es más la gente que conoce las garrapatas que los ácaros; pero mucha ignora que hay una familia, las Argasidae, o garrapatas blandas, que se alimentan del hombre tan rápidamente como las chinches domésticas y no permanecen adheridas.

La mal afamada garrapata de la fiebrbe recurrente del África tropical se ha hecho casi completamente doméstica, y los nativos duermen sobre el suelo de sus chozas sin prestarle mucha atención. Se ha descubierto que cierto número de especies emparentadas de diferentes partes del mundo, incluyendo a los Estados Unidos, producen casos de fiebre recurrente entre los hombres. Éstas son en su mayor parte especies que los roedores llevan a las casas, a las cabañas en las montañas, a las crozas de los nativos, etc. Algunas formas similares de fiebre recurrente las transmiten diferentes especies de estas garrapatas blandas.

Otro grupo de garrapatas, las garrapatas duras, de la familia Ixodidae, necesitan por lo general algunos días para llenarse por completo después que se han adherido. En climas templados donde se interponen estaciones frías algunas especies necesitan dos años para completar una generación. La garrapata de la madera, o carcoma, de las Montañas Rocosas, es un ejemplo. Se sabe que los adultos sobreviven tres inviernos cuando se les tiene a la intemperie. Muchas garrapatas tienen ojos simples con los que pueden discernir el paso de la sombra de su víctima potencial. Otras no tienen ojos. Órganos sensoriales especiales les permiten advertir la presencia de animales a una distancia de 8 metros o más, de suerte que un campesino inadvertido puede atraer garrapatas de un área considerable. Así pues, muchas garrapatas están capacitadas para escoger sitios favorables, por ejemplo, los senderos de caza, para esperar a sus huéspedes.

Las garrapatas tienen progenie numerosa y pocos enemigos, las condiciones del tiempo no las afectan mucho, pueden alimentarse sobre varias clases de animales y permiten el paso de gérmenes de enfermedades de una etapa a otra, así como de una generación a otra, a través del huevo. A menudo hay infecciones secundarias en los puntos de ataque de la garrapata.

En Rusia Soviética y en Siberia la encefalitis de "primavera y verano" es el más importante de los virus filtrables portados por varias especies rusas. Otro virus que transmite la garrapata es la fiebre de la garrapata del Colorado, en nuestras Montañas Roquizas, enfermedad benigna y no mortal.

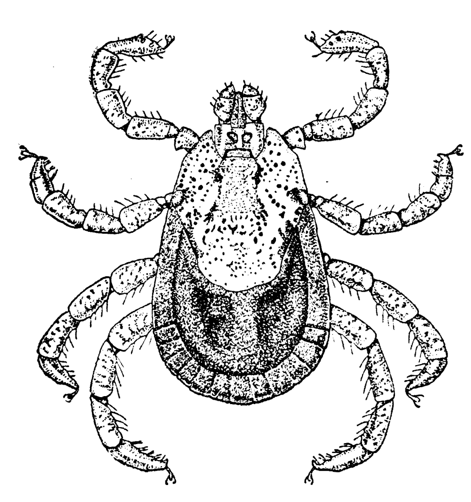
Las enfermedades parecidas al tifo que acarrean las garrapatas van adquiriendo importancia creciente en varias partes del mundo. Entre ellas se cuentan la fiebre pintada de las Montañas Rocosas, que se encuentra en varias partes del Nuevo Mundo, y un grupo de enfermedades, por lo general menos graves, en Europa, África, Asia y probablemente Australia, relacionadas con la fiebre granulosa, que fue descubierta por primera vez en la región mediterránea. Este último grupo de enfermedades incluye la fiebre de la garrapata de África del Sur, el tifo de Kenya, los tifos de la garrapata de Siberia, India y quizá de Queensland. En los Estados Unidos, la fiebre de la garrapata de las Montañas Rocosas en el Oeste, la de la garrapata norteamericana del perro en el Este y en el Sur de nuestro país, y probablemente la de la garrapata estrella solitaria en el Sur, son quizá los mayores delincuentes en las infecciones humanas de fiebre pintada.

La fiebre Q es una enfermedad característica descubierta recientemente, debida a un agente de la paratifoidea que está siendo hallado en muchas partes del mundo. Las garrapatas se han hallado infectadas en forma natural en Norteamérica, Australia, España y partes del África del Norte, pero solamente en Australia tienen cierta importancia en relación con las infecciones humanas.

La tularemia, enfermedad bacteriana importante que afecta al hombre, la transmiten ocasionalmente las garrapatas.

La parálisis de la garrapata en el hombre y en los animales se debe a una

supuesta toxina secretada en la saliva de las garrapatas. Aunque se ha observado con más frecuencia en los animales infestados de garrapatas, se han señalado cierto número de casos humanos en los Estados Unidos, Canadá y Australia. La parálisis ascendente es causada por una garrapata hembra que se atraca rápidamente y se adhiere en la base de la cabeza, donde el pelo la puede ocultar por períodos largos. El restablecimiento completo se tiene 24 ó 48 horas después de haber desprendido a la garrapata. La muerte se presenta, si la parálisis ascendente alcanza los centros respiratorios de las víctimas humanas o animales, antes que la garrapata haya caído o antes de que se la haya quitado.



Garrapata de la costa del Pacífico.

Los Acarina son más difíciles de controlar que los insectos debido a que son más resistentes a los insecticidas. El ungüento de benzoato de bencil es uno de los materiales que dan mejores resultados en el control de los aradores. Este acaricida, combinado con el ftalato de dibutilo, es un excelente impregnador de las ropas contra los aradores, y es más durable que otros compuestos químicos usados anteriormente. Los aradores se pueden controlar en las zonas infestadas aplicando medio kilogramo, o uno entero, de clordano o toxafano, o 120 gramos de lindano, por hectárea, en polvo o en aspersiones líquidas. Estas mixturas se perfeccionan constantemente.

Ya se han descubierto algunas sustancias eficaces para combatir las garrapatas. El control del ganado vacuno y los animales silvestres, sobre los que se alimentan las garrapatas, reduce el número de estas plagas. Muchas de las garrapatas de las zonas terrestres infestadas pueden destruirse aplicando una emulsión de DDT al 5 por ciento. Ciertas clases de garrapatas se congregan cerca de las carreteras o senderos, y en esas zonas debiera aplicarse de manera especial un insecticida para destruir a las garrapatas. Limpiar de malezas y cortar la hierba a ras del suelo son ayudas importantes en el control de las garrapatas.

La mejor forma de quitar las garrapatas prendidas a personas es arrancarlas. Algunas tienen picos largos, y para desprenderlas puede necesitarse una aguja o una navaja.

F. C. Bishopp *dirige las investigaciones de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal sobre insectos benéficos y dañinos. En 1909 empezó a investigar las garrapatas y varios insectos molestos al hombre y transmisores de enfermedades. En 1926 estuvo al frente de la Sección de la Oficina que estudia los insectos que afectan al hombre y a los animales, y en 1941 ascendió a segundo jefe de la misma Oficina.*

Cornelius B. Philip *es entomólogo médico principal y director-ayudante del Laboratorio de las Montañas Rocosas, del Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos, en Hamilton, Mont., y miembro de la Comisión Nacional de Defensa contra el virus y de la enfermedad Rickettsica. Estudió las enfermedades portadas por insectos en muchas partes del mundo, en parte como coronel del Cuerpo de Sanidad Militar durante la Segunda Guerra Mundial, y es una autoridad en entomología médica.*

Agentes transmisores de enfermedades de los animales

Gerard Dickmans, A. O. Foster, C. D. Stein y L. T. Giltner

LAS MOSCAS, las garrapatas y otros artrópodos difunden y perpetúan muchas enfermedades en el ganado. La mayoría de ellos tienen poca importancia, relativamente, como causantes directos de males o molestias, pero, como la fiebre de la garrapata en el ganado, son importantes como receptores y transmisores de los organismos que causan enfermedades. Algunos, como la mosca tsetsé de África, no son de consideración como plagas, pero son un factor limitante en la producción de ganado.

Las formas notables como los insectos y sus aliados transmiten las enfermedades son tan variadas y espectaculares como las enfermedades mismas y los vectores que las transmiten. Pero las moscas domésticas, por benignas y poco espectaculares que parezcan, a menudo transportan en las patas, en las partes de la boca y en el cuerpo los gérmenes de contaminación de la piel con infecciones comunes y generalizadas y, en ocasiones, el espantoso bacilo del antrax o la toxina mortal del botulismo. Otros insectos, como los ácaros y las chinches de varias clases, transmiten numerosos parásitos en sus etapas infecciosas, y la infección final resulta de tragarse accidentalmente el vector infectado un animal susceptible. La enfermedad causada por las moscas zumbadoras del trópico, que siguen en importancia a la garrapata de la fiebre del ganado vacuno entre los parásitos externos del ganado en Latinoamérica y análogas a las moscas zumbadoras, mejor conocidas, de las Zonas Templadas, es esencialmente transmitida por dichos insectos: las moscas pegan sus huevos en los mosquitos que capturan *(Psorophora)*, los cuales a su vez transportan la infección al ganado vacuno y a otros animales.

Los ejemplos mencionados ilustran únicamente las formas en que los insectos transportan las enfermedades. Con las notables excepciones de la fiebre de la garrapata del ganado vacuno y la enfermedad de la mosca tsetsé, son apenas representativas de las principales enfermedades del ganado transmitidas por artrópodos. Como se puede suponer, los vectores principales son especies predominantemente chupadoras, y las enfermedades que transmiten son esencialmente infecciones de la sangre. Ordinariamente esos vectores difunden y propagan las enfermedades en dos formas. Una, transmisión mecánica, es la transferencia directa (o su equivalente) de sangre infectada de animales enfermos o animales sanos. La otra, transmisión biológica, representa una relación especializada y compleja entre el germen, el vector y el huésped que se caracteriza por la reproducción y el cambio estructural del organismo que causa la enfermedad dentro del cuerpo del vector. Algunas moscas picadoras funcionan de ambas maneras en forma natural. Por un corto período, probablemente no más de 2 horas, después de alimentarse con sangre de un animal enfermo, los organismos peligrosos pueden ser llevados a animales sanos y susceptibles en los que la mosca tiene oportunidad de alimentarse. Después de eso, durante un período mayor, que va de unos días a unas cuantas semanas, la mosca es incapaz de transmitir la infección. Después la mosca puede ser de nuevo infecciosa debido a una reconstitución

biológica del germen, que culmina en la producción de nuevas fases infecciosas en sus glándulas salivales u otros tejidos.

LAS ENFERMEDADES de los animales domésticos transmitidas por artrópodos son de dos clases principales: las causadas por microorganismos vegetales y las causadas por microorganismos animales. Las primeras comprenden bacterias, espiroquetas *(Borrelia)*, Rickettsiae *(Coxiella)* y virus. Las segundas en parte son protozoarios patógenos, entre ellos piroplasmas *(Babesia)*, theileriae, tripanosomas. Leishmaniae, leucocitozoes y una especie de *Haemoproteus*. Los animales que se recobran de la enfermedad causada por alguno de estos organismos pueden seguir siendo portadores, animales aparentemente sanos, que son semilleros de infecciones durante mucho tiempo o por toda la vida.

LAS ENFERMEDADES BACTERIANAS transportadas en algunas ocasiones por artrópodos son el antrax, la tularemia, la erisipela del cerdo y el botulismo (el cuello de palo de las aves). Todas estas enfermedades son difundidas por otros medios y el papel de los artrópodos es accidental y mecánico.

El antrax, enfermedad aguda causada por el *Bacillus anthracis*, afecta a toda clase de mamíferos, incluido el hombre. El ganado suele infectarse mientras pace. La incidencia es especialmente alta durante la época de las moscas, y los brotes en el ganado vacuno se han atribuido a la transmisión por moscas. Los vectores son la mosca negra y otras moscas del caballo, la mosca de los establos, mosquitos *(Psorophora sayi y Aedes sylvestris)* y algunas especies que no pican, entre ellas la mosca doméstica y las corónidas *(Calliphora)*. Se ha sospechado también de la garrapata espinosa de la oreja y aun de las hormigas.

La tularemia, causada por el *Bacterium tularense*, es fundamentalmente una enfermedad de pequeños animales silvestres, como conejos, ardillas, ratas, ratones, marmotas, ziragüeyas y chachalacas, pero puede ser transmitida al hombre, a los borregos, los puercos, los perros y los gatos. La enfermedad se transmite generalmente por contacto, algunas veces por la ingestión de alimentos o agua contaminados, y ocasionalmente por los piquetes de garrapatas, moscas, piojos o chinches comunes.

La erisipela de los cerdos es una enfermedad infecciosa muy generalizada que pueden difundir de un cerdo a otro las moscas picadoras. No sabemos en qué proporción sea transmitida por insectos; pero esta transmisión se ha demostrado experimentalmente con la mosca del establo. El germen infeccioso, *Erysipelothrix rhusiopathiae*, es un invasor de la sangre, de las membranas de las articulaciones y de otros tejidos. La muerte no es frecuente, pero se afectan seriamente el estado general del animal y su valor para el mercado.

El botulismo, o cuello de palo de los pollos, es un estado mortal provocado por la potente toxina del *Clostridium botulinum*. Ordinariamente sigue a la ingestión de vegetales enlatados que se han contaminado con el organismo. En algunas ocasiones los pollos enferman y mueren por la ingestión de larvas de la corónida que se han desarrollado en carne contaminada.

LAS ESPIROQUETAS afectan a todos los animales y pasan de un huésped a otro de varias maneras. Son organismos diminutos y en espiral que muestran ciertas afinidades con los protozoarios, pero que se consideran, por lo general, como bacterias. Mencionamos dos ejemplos, ambos transportados por la garrapata.

A la *Borrelia theileri* se le debe en África del Sur una enfermedad febril benigna del ganado vacuno, los borregos y los caballos. Se encuentra en la corriente sanguínea y es transmitida biológicamente por una o dos garrapatas huéspedes, el *Boophilus decoloratus* y el *Rhipicephalus evertsi*, y posiblemente por otras.

La *Borrelia anserina* causa la fiebre recurrente, o esperoquetosis, tanto en los pollos como en los pavos, los patos y los gansos. Se encuentra en Asia, África, América del Sur y en otras partes. Se le ha encontrado en algunas epizootias de los pavos en los Estados Unidos. Produce una infección de la sangre rápidamente mortal. Los vectores son quizá los ácaros de los pollos y la garrapata de las gallinas. También se sospecha de los mosquitos.

LAS RICKETTSIAS, que son intermedias entre las bacterias y los virus, causan muchas enfermedades graves en el hombre y también en los animales. Una de éstas, la fiebre Q, causada por la *Coxiella burnetii,* es una enfermedad del hombre, pero es probable que el ganado vacuno sea la fuente de la mayoría de las infecciones humanas. Ahora se reconoce esta enfermedad en muchos lugares del mundo, incluso los Estados Unidos. Los agentes transmisores de los organismos son las garrapatas y se han encontrado infecciones naturales en numerosas especies (en la garrapata de las Montañas Rocosas, en la garrapata de las costas del Pacífico, en la garrapata Estrella Solitaria, en la garrapata parda del perro y otras).

Otras cuantas infecciones rackettsiales en el ganado, como la fiebre acuosa del corazón de los rumiantes, se encuentra fuera de los Estados Unidos. Según nuestros conocimientos, las garrapatas son los únicos vectores.

LAS ENFERMEDADES VIRULENTAS son numerosas y muchas son transmitidas mecánicamente, en todo o en parte, por artrópodos, particularmente por las moscas picadoras.

Las transmitidas por estos agentes son, principalmente, la anemia infecciosa equina, la encefalomielitis equina infecciosa, la enfermedad equina africana, la encefalitis B japonesa, la enfermedad convulsiva de los borregos, la enfermedad de Noirobi de los borregos, la lengua azul de los borregos y la fiebre de la cañada. Se supone que los artrópodos también son a veces instrumentos en la transmisión de la viruela de las aves, la viruela del cerdo, la mixomatosis de los conejos y las enteritis infecciosas de los gatos.

La anemia infecciosa equina o fiebre de pantano existe en todo el mundo. Destruye la eficiencia para el trabajo de miles de caballos, mulas y burros. Se conoce imperfectamente su difusión natural, pero la enfermedad se produce fácilmente por vía experimental, en animales susceptibles, por inyección de materiales infectados, tales como sangre u otros fluidos de los tejidos de animales infectados. En condiciones experimentales, el virus ha sido transmitido por los tábanos *(Tabanus septentrionalis* y *T. sulcifrons),* por la mosca de los establos, mosquitos *(Psorophora columbiae)* y piojos picadores *(Bovicola pilosa?).* La probabilidad de que acontezcan comúnmente transmisiones mecánicas directas por moscas que pican lo demuestra el aumento de las enfermedades en verano y la persistencia del virus en la sangre de los huéspedes infectados.

La encefalomielitis equina infecciosa la causan los tipos de virus llamados del Oeste, del Norte y de Venezuela, tanto en la América del Norte como en la América del Sur y en las islas vecinas. El hombre es susceptible a todos los tipos. Los depósitos naturales, especialmente los pájaros, son una fuente probable de infección para los mosquitos, que son los vectores comunes del virus. Los tipos de virus se han recuperado de gran número de especies de artrópodos o han sido experimentalmente transmitidos por ellas. Entre dichas especies se cuentan el mosquito de la fiebre amarilla, los mosquitos de los pantanos salinos *(Aedes)* y otros mosquitos *(Culex, Culiseta* y *Mansonia),* el chupador de nariz cónica, la garrapata de las Montañas Rocosas, el ácaro y el piojo del pollo *(Menopon pallidum* y *Eumenacanthus stramineus).* El virus está presente en eodas las etapas

de su desarrollo en las garrapatas, pero los científicos no saben aún si el virus pasa a través del huevo.

La enfermedad equina africana, infección aguda y virulenta de las especies equinas en el centro y sur de África, se supone transmitida por artrópodos, debido principalmente al hecho convincente de que la enfermedad no pasa directamente de un animal a otro. Se cree que los vectores son los mosquitos, los tábanos, los jejenes y otros insectos.

La encefalitis B japonesa, infección virulenta mortal del hombre, no es una enfermedad de los animales domésticos, pero éstos, especialmente el caballo, son depósitos peligrosos del virus. Se le encuentra en el Lejano Oriente, donde se transmite biológicamente por los mosquitos culícines que han pasado el invierno (el mosquito doméstico del Sur y otros).

Algunas infecciones de virus del borrego, todas las cuales afectan a otros animales en cierto grado, siendo la mayoría transmisibles al hombre, son difundidas biológica y exclusivamente por artrópodos. Son enfermedades graves en varias partes del mundo. La enfermedad convulsiva *(Ixodes ricinus)* es frecuente en las Islas Británicas. La fiebre de la cañada, transmitida por mosquitos, *(Eretmopodites)* y la enfermedad de Nairobi, transmitida por garrapatas *(Rhipicephalus appendiculatus)*, se encuentra en Kenya, África Oriental Británica. La lengua azul, enfermedad más difundida, es transportada por los jejenes *(Culicoides)*.

La viruela de las gallinas, enfermedad grave y muy difundida de los pollos, los pavos y los faisanes, es transmitida a menudo por el mosquito doméstico del Norte y por el mosquito de la fiebre amarilla, y en algunos casos quizá por un mecanismo biológico. Pero de ordinario pasa directamente de un ave a otra. La viruela de los cerdos, otra enfermedad causada por virus, no parece que sea infecciosa directamente, pero probablemente es transmitida principalmente por el piojo chupador de los puercos *(Haematopinus suis)*. La enteritis infecciosa de los felinos es una enfermedad mortal y común de los gatitos. Se supone que la pulga del gato es un vector importante y que la enfermedad es difundida más comúnmente por contacto directo con los animales enfermos o locales contaminados. La mixomatosis, que se encuentra en California, es una enfermedad de los conejos que se difunde rápidamente y es transmitida por contacto y por mosquitos *(Culex annulirostris* y *Aedes theboldi?)*

La parálisis de la garrapata del ganado vacuno en realidad es causada, más que transportada, por las garrapatas, pero es una entidad clínica específica caracterizada por una parálisis completa en casos graves. Los brotes en los Estados de las Montañas Rocosas y en la Columbia Británica han resultado de la infección con la garrapata de las Montañas Rocosas. El desprendimiento de la garrapata generalmente proporciona alivio inmediato. Otras garrapatas (la garrapata del perro americano en Oriente y las especies *Ixodes* en Australia y otras partes) causan ese estado. Los síntomas son debidos, aparentemente, a la inyección de la toxina por las garrapatas hembras cuando se encuentran en una etapa particular de su desarrollo sexual.

Las enfermedades protozoarias del ganado propagadas por artrópodos son, en contraste con la mayoría de las enfermedades discutidas hasta aquí, distintas de las que afectan al hombre. Las únicas excepciones, conocidas técnicamente como de leishmaniasis y enfermedad de Chagas (infección del *Trypanosoma cruzi)*, son predominantemente plagas de los humanos, aunque también se encuentran en forma natural en los perros y en algunos otros animales. Una enfermedad de importancia extrema en el hombre y aún de mayor importancia en el ganado es denominada en algunas ocasiones tripanosomiasis africana,

pero los organismos específicos que causas la enfermedad en los animales no son infecciosos para el hombre. Por otro lado, las especies que afectan al hombre *(Trypanosoma gambiense* y *T. rhodesiense)*, aunque transmisibles experimentalmente, son diagnosticables en los animales solamente como el *T. brucei*, que es una de las especies que causan enfermedades más graves.

Las aves domésticas (pollos, pavos, palomas, patos y gansos) están expuestas a dos enfermedades transmitidas por insectos y causadas por parásitos protozoarios emparentados, a saber: el *Haemoproteus columbae* y el *Leucoytozoan amithi.* Ambos se encuentran en los Estados Unidos. El primero es un parásito de las palomas, aunque ésta o especies emparentadas con ella también se encuentran en otras aves. Llamada comúnmente malaria de la paloma, la enfermedad es transmitida por las moscas de la paloma *(Lynchia maura* y *Pseudolynchia canarensis)*. El último, que posiblemente comprenda más de una especie, afecta otras clases de aves domésticas y es transmitido por las moscas negras *(Simulium occidentale, S. venustum, S. nigroparum, S. slossonae y S. jenningsi)* y quizá por mosquitos.

La anaplasmosis, causada por el *Anaplasma marginale,* organismo de clasificación indefinida, se parece clínicamente a la fiebre del ganado vacuno, y no fue reconocida como una enfermedad de amplia difusión en los Estados Unidos hasta que se erradicaron las garrapatas de la fiebre en una gran parte de la zona de la fiebre del ganado vacuno. Debido a que la enfermedad coexiste con la fiebre del ganado vacuno, se supone que los vectores de esta última son los transmisores de la anaplasmosis. Este supuesto inculpa a las principales especies de garrapatas de la fiebre *(Boophilus annulatus, B. microplus* y *B. decoloratus).* Sin embargo, la persistencia de la enfermedad, que no es contagiosa, en zonas donde no existen garrapatas de la fiebre indicó claramente que había otros vectores. Los numerosos trabajos experimentales han revelado que otras garrapatas (la garrapata norteamericana del perro, la garrapata de las Montañas Rocosas, la garrapata de las costas del Pacífico, la garrapata parda del perro y posiblemente otras) pueden transmitir la enfermedad, aunque ignoramos su capacidad natural para hacerlo. Se ha demostrado también que algunas especies de tábanos y algunos mosquitos son vectores mecánicos potenciales.

La egiptianelosis, causada por la *Aegyptianella pullorum,* otro organismo de clasificación zoológica incierta, ataca a los pollos, patos y gansos. Es transmitida por la garrapata de las gallinas y se encuentra en África y en algunas partes de Europa y Asia.

La piroplasmosis, una de las enfermedades más devastadoras de los animales domésticos, ataca al ganado vacuno, caballos, borregos, puercos y perros.

Los organismos causantes, todos transmitidos biológicamente por las garrapatas, son: En el ganado vacuno, *Babesia bigemina, B. argentina* y *B. Bovis;* en los caballos, *B. equi* y *B. caballi;* en el borrego, *B. motasi* y *B. ovis;* en el puerco, *B. trautmanni* y *B. perroncitoi,* y en los perros *B. canis* y *B. gibsoni.* Estos son parásitos microscópicos unicelulares que penetran en los glóbulos rojos de la sangre y los destruyen. Cuando la enfermedad es aguda o fulminante, los parásitos se multiplican rápidamente, causando la muerte en la mayoría de los casos. Los síntomas son los asociados con la destrucción de glóbulos rojos, a saber: fiebre, anemia, ictericia, espesamiento de la bilis, inflacación del hígado y del bazo y emaciación. Las garrapatas ingieren los organismos durante su atracamiento sobre animales infectados. Los portadores, más bien que enfermar a los animales en forma aguda, son por lo común la fuente principal de la infección de la garrapata. En las garrapatas los parásitos se multiplican e invaden todos los tejidos, incluso las glándulas salivales. La garrapata del ganado vacuno, que vive todas sus fases en un animal, transmite los parásitos mediante sus

huevos a la siguiente generación de larvas, o garrapatas semilleros, las cuales llevan la enfermedad a un nuevo huésped.

La fiebre de la garrapata en el ganado bovino, o piroplasmosis bovina, está muy generalizada en todo el mundo y causa pérdidas incalculables. La historia de la enfermedad en los Estados Unidos es un capítulo notable de la ciencia médica. Primero, Theobald Smith y F. L. Kilborne, del Departamento de Agricultura, demostraron en 1893 que la garrapata transmitía la enfermedad, descubrimiento de beneficios inmensos, porque señaló el camino para la solución de otros problemas sobre enfermedades. Después vino la notable campaña, que principió en 1906, para erradicar la garrapata del ganado vacuno, y con ella la fiebre de dicho ganado. Los cuidadosos estudios que sentaron las bases para el éxito incluyeron investigaciones sobre los hábitos y distribución de las garrapatas del ganado vacuno, determinaciones de su capacidad de transmitir la fiebre de dicho ganado, determinación de los límites septentrionales de la enfermedad, establecimiento y obligatoriedad de cuarentenas que rigen las expediciones de ganado vacuno y la evaluación crítica de los baños arsenicales contra la garrapata del ganado. Cuando al fin se ideó el programa de erradicación de la garrapata, la fiebre del ganado vacuno causaba pérdidas que excedían a los 40 millones de dólares anuales en el Sur y en el Suroeste. Con fecha de 1952, y durante más de una década, la enfermedad y las garrapatas fueron casi erradicadas del país. La lucha contra esta enfermedad es la campaña más extensa emprendida contra las enfermedades parásitas del ganado. El costo total ascendió a poco más del tributo que antes se cobraba la enfermedad en un solo año.

En las zonas de sus distribuciones respectivas, muchas garrapatas transmiten las tres especies mencionadas antes de *Babesia* entre el ganado. Entre ellas, las principales son: el *Boophilus annulatus,* el *B. microplus,* el *B. decoloratus,* el *Rhipicephalus appendiculatus,* el *R. evertsi,* el *R. bursa,* el *Ixodes ricinus,* el *I. persulcatus* y la *Haemaphysalis cinnabarina.*

La fiebre de la garrapata de los caballos no se encuentra en los Estados Unidos, pero es una enfermedad común y grave en las zonas tropicales y templadas. Las dos especies de *Babesia* utilizan como vectores las garrapatas pertenecientes principalmente a los géneros *Rhipicephalus, Hyalomma* y *Dermacentor.*

La forma en que la piroplasmosis afecta a otros animales es similar, aunque las infecciones de la *Babesia* en el borrego, el puerco y los perros no son de importancia económica comparable a las que afectan al ganado vacuno y a los caballos. La piroplasmosis canina se encuentra en los Estados Unidos. Es la única infección de *Babesia* de animales domésticos que se ha encontrado en el país desde 1939. La garraapta parda del perro, y probablemente otras garrapatas *(Dermacentor reticulatus, D. andersoni, Haemaphysalis leachi* y *H. bispinosa),* son vectores de las especies de *Babesia* que afectan a los perros.

La theileriasis afecta principalmente el ganado vacuno en África, pero también se encuentra en los borregos, en las cabras, en los perros y está difundida en otros continentes. Es similar a la piroplasmosis, pero por lo general no causa ictericia, hemoglobinuria (hemoglobina en la orina) ni anemia. Las theilerias no se multiplican en los glóbulos rojos ni los destruyen, sino que entran en ellos después de su multiplicación en los llamados tejidos endoteliales. Los organismos causantes son: En el ganado vacuno, *Theileria parva, T. annulata* y *T. mutans;* en las ovejas y las cabras , *T. ovis* y *T. recondita,* y en los perros *Rangelia vitali.* La *T. mutans* es una especie esencialmente inofensiva. Las especies de *Theileria* son transmitidas por dos —y tres— garrapatas huéspedes, en contraste con la transmisión usual de la *Babesia* de la fiebre del ganado por una sola clase de garrapatas huéspedes. Asociadas con esta diferencia de vectores están las

diferencias en la biología de la transmisión. Las theileriae se desarrollan en fases sucesivas de las garrapatas y no son transmitidas hereditariamente, o a través de los huevos, a las generaciones sucesivas, como en el caso de la *Babesia.* Por lo general, las garrapatas adquieren los organismos durante su etapa larval y los llevan a nuevos huéspedes durante las etapas ninfales siguientes.

LA FIEBRE DE LA COSTA DEL ESTE, causada por la *Theileria parva,* es una enfermedad mortal del ganado bovino en África del Sur. Los principales vectores son especies de *Rhipicephalus (R. appendiculatus, R. capensis, R. evertsi* y *R. simus).* Una forma moderada de theileriasis bovina, causada por la *T. annulata,* es transmitida por el *Hyalomma mauritanicum* en el Norte de África y por el *H. dromedarii asiaticum* en Asia Central.

En las ovejas, las cabras y los perros, la theileriasis, aunque infección grave, no tiene importancia comparable a la enfermedad en el ganado vacuno. Es de interés el hecho de que se suponga, con fundamentos experimentales, que una garrapata blanda o argasida *(Ornithodorus lahorensis)* sea un vector de las enfermedades entre las ovejas y las cabras. Todas las demás garrapatas que transmiten infecciones de protozoarios son garrapatas duras o ioxididas.

LA TRIPANOSOMIASIS es el nombre de un grupo de varias enfermedades emparentadas entre sí. Comprende algunas de las peores enfermedades de los animales domésticos y del hombre. Es la única enfermedad que por sí misma ha substraído vastas zonas de tierra a todos los animales domésticos salvo las aves. Las zonas completamente substraídas abarcan toda África. La cuarta parte de África está bajo el dominio de las moscas tsetsé *(Glossina),* que son los vectores principales de los tripanosomas. La enfermedad es, sin embargo, un gran azote del ganado en todos los continentes, excepto Australia. Sin embargo, la existencia exclusiva de las moscas tsetsé en África demuestra que otros vectores y mecanismos son responsables de la difusión de la enfermedad fuera de África y que indudablemente operan dentro de la zona de la mosca tsetsé.

Nueve especies de tripanosomas causan las enfermedades del ganado. Cuatro de ellas (el *Tripanosoma congolense,* el *T. brucei,* el *T. simiae* y el *T. uniforme)* se encuentran solamente en las zonas dominadas por la mosca tsetsé. Otras dos (el *T. vivax* y el *T. theileri)* existen también ahí, pero se encuentran igualmente establecidas en otras zonas donde son transmitidas mecánicamente por los tábanos *(Tabanus)* y otras moscas picadoras, que excluyen a las moscas tsetsé. Estas son la media docena de especies responsables de la nagana, la tripanosomiasis animal africana. Las otras tres especies (el *T. evansi,* el *T. equinium* y el *T. equiperdum)* causan enfermedades graves en los caballos (surra, mal de caderas y durina o sífilis equina). El mal de caderas se encuentra en América del Sur. La surra y la durina se hallan en todo el mundo. Ambas se presentaron en los Estados Unidos, pero la vigilancia constante y las rápidas medidas para erradicarlas las ha impedido fijarse en el país. La surra y la durina también emplean métodos particularmente interesantes de transmisión. La primera es transmitida usual y mecánicamente por el tábano y otros insectos picadores. Pero probablemente es idéntica a la murrina, una plaga de los caballos en Panamá que se le atribuyó en otro tiempo al *Thrypanosoma hippicum* en vez del *T. evansi.* Esta infección (la murrina) inculpa al murciélago vampiro *(Desmodus rotundus marinus),* y éste es el único caso de transmisión por un animal mamífero de una enfermedad de protozarios. La durina, por otro lado, es transmitida ordinariamente durante el coito, y por esta razón se le llama con frecuencia sífilis del caballo. En consecuencia, está confinada a los caballos y los asnos y se presenta principalmente en el ganado para cría.

Ocho de los nueve tripanosomas causantes del ganado (todos, salvo el *T. equi-*

nium) se encuentran en África, a saber: las cuatro especies indígenas ya mencionadas, dos de distribución cosmopolita que afectan a los caballos y dos especies que se encuentran fuera de África, que también producen la nagana. Las últimas, el *T. vivax* y el *T. theileri,* han rebasado su dependencia de las moscas tsetsé. Pero en África el *T. vivax* está asociado estrechamente con la *Glossina* y es tan dependiente como el *T. congolense.* El *T. vivax* es una causa de la tripanosomiasis del ganado vacuno en América Central y del Sur, donde quizá lo transmiten moscas picadoras. El *T. theileri,* difundido en forma similar, es de distribución cosmopolita en el ganado vacuno, pero solamente en ocasiones causa una enfermedad grave. Se encuentra en Norteamérica, donde aparentemente es inofensivo.

La nagana, o tripanosomiasis africana de los animales, causada por unas seis especies, ya nombradas, afecta a todos los mamíferos. Económicamente es la enfermedad protozoaria más importante del ganado. En el vacuno las especies responsables de esta enfermedad, en orden de importancia, son: el *T. congolense,* el *T. vivax* y el *T. uniforme.* A las dos primeras se les deben la mayoría de los casos. El *T. congolense* se encuentra en todas las zonas de la mosca tsetsé y es el tripanosoma más virulento que afecta a los animales. Los organismos se encuentran únicamente en la sangre. En el caso del *T. vivax* los organismos no se encuentran fácilmente en la corriente sanguínea, pero por lo general se dejan ver en un frotis glandular.

Un estudio de las pérdidas de ganado vacuno en Nigeria reveló que de cada cien muertes treinta se debían a la nagana.

En los caballos, las principales especies son el *T. brucei* y el *T. congolense.* El *T. vivax* ataca en algunas ocasiones a los caballos, pero raramente causa síntomas. El *T. brucei,* como el *T. vivax,* se encuentra más fácilmente en el tejido glandular que en la sangre. Los caballos infectados, ya sea con el *T. brucei* o con el *T. congolense,* casi siempre mueren, excepto si se tratan adecuadamente.

En las ovejas y las cabras la nagana la causan las mismas especies que en los caballos. Las infecciones del *T. congolense,* en contraste con las asociadas con otros tripanosomas, se caracterizan por ser igualmente graves en el ganado vacuno, en los caballos, en las ovejas y en las cabras.

En los puercos, el patógeno principal es el *T. simiae,* que ha sido llamado el rayo destructor de los puercos. Los puercos son susceptibles a la infección con el *T. brucei* y con el *T. congolense,* pero estas especies raramente producen síntomas. La infección de los puercos con el *T. simiae* es aguda en extremo. Animales aparentemente en buena salud enferman por la noche y mueren al siguiente día.

Los camellos y los perros son muy susceptibles a la tripanosomiasis; en estos animales, el *T. evansi,* causa de la surra en los caballos, produce la misma enfermedad. Algunas autoridades consideran la surra como una enfermedad predominantemente del camello. Los camellos y los perros son víctimas también de una enfermedad grave y mortal causada por el *T. congolense* y el *T. brucei.* Los camellos, pero no los perros, están expuestos a la misma enfermedad hiperaguda causada por el *T. simiae* que aparece en los puercos. Esta especie, como lo indica su nombre, causa enfermedades mortales en los monos.

La transmisión de la nagana es biológica y mecánica. Las moscas tsetsé son los únicos vectores biológicos, pero ellas y otras moscas picadoras transmiten las infecciones mecánicamente. El desarrollo cíclico de los tripanosomas en las moscas tsetsé es extremadamente complicado, ya que varía con las diferentes especies de tripanosomas y aun con la misma especie en diferentes especies de moscas tsetsé. En general, la *T. congolense,* por ejemplo, inicia su desarrollo en el tubo alimenticio de la mosca. Después los organismos, de forma alargada, se mueven hacia la hipofaringe, donde se desarrollan sucesivamente formas intermedias

adheridas y tripanosomas libres. En el caso del *T. vivax,* todo el desarrollo tiene lugar en las partes de la boca de la mosca. Por lo general se necesitan de 2 a 4 semanas para la multiplicación y la metamorfosis en la mosca.

Todas las formas de nagana son también difundidas por la alimentación interrumpida de moscas picadoras, incluida la tsetsé, y este puede ser el método normal de transmisión cuando aparecen los brotes. En toda la región de la mosca tsetsé, en África ecuatorial, existen numerosos tábanos y otras moscas picadoras, especialmente *Chrysops* y *Haematopota.* Por lo que se refiere a estos géneros, es probable que todas las especies actúen como vectores mecánicos. Las moscas pequeñas son vectores menos peligrosos que las moscas grandes.

Estudios extensos sobre la nagana parecen garantizar la deducción general de que los vectores mecánicos tienen una gran parte en la difusión de la tripanosomiasis africana, pero el desarrollo cíclico en las moscas tsetsé es esencial para perpetuar la enfermedad. La erradicación de las moscas tsetsé de cualquier zona siempre ha eliminado por completo la nagana.

Las moscas tsetsé, que se encuentran solamente en África, deben toda su importancia al hecho de que son vectoras de tripanosomas. Las especies principales, alrededor de 20, varían considerablemente de tamaño, abundancia, distribución, susceptibilidad al medio adverso e importancia económica. Su tamaño es, aproximadamente, el mismo de las moscas domésticas. Por lo general, las temperaturas medias bajas les son desfavorables. No soportan calores secos ni temperaturas por encima de 42° C. aun en zonas de mucha humedad. La vegetación tiene que ser abundante para el sostén de los animales depósitos y otros animales huéspedes, ya que la sangre es el único alimento de la mosca tsetsé, pero las praderas sin árboles, el matorral deciduo y las tierras boscosas con maleza espesa les son desfavorables. Las lluvias o las corrientes de agua dulce deben ser abundantes donde las moscas, y sus abundantes mamíferos huéspedes, llegan a su máxima multiplicación. Sin embargo, algunas tsetsé del África Oriental están bien adaptadas a regiones relativamente áridas. Debido a esta delicada adaptación al medio, el aclareo de los árboles, la quema de pastos y matorrales, la creación de zonas de desmonte de la vegetación y medidas parecidas han sido útiles para controlar las moscas. Los cambios estacionales y otros factores naturales producen la expansión y la contracción de los cinturones de moscas.

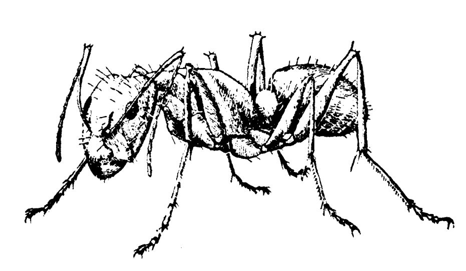
A diferencia de los mosquitos, que son los únicos insectos de mayor importancia médica que las tsetsé, los machos, tanto como las hembras, son chupadores de sangre. Se alimentan principalmente de los grandes animales de caza y de los animales domésticos. Pero los animales nativos son relativamente resistentes, aunque sirven como depósitos de tripanosomas. Es probable que ningún tripanosoma sea patógeno para su huésped normal. En todo caso, a pesar de una dependencia completa de los grandes mamíferos, ni las moscas tsetsé ni los tripanosomas tienen huéspedes específicos. Algunas autoridades creen también que cualquier especie de mosca tsetsé puede transmitir cualquier especie de tripanosoma patógeno con el que llegue a tener contacto frecuente.

A los peculiares hábitos de alimentación y a la relativa inmunidad de los depósitos que ofrecen los animales de caza nativos viene a sumarse el método de reproducción de las moscas tsetsé para aumentar las dificultades de su control. Las hembras no ponen huevos, como la mayoría de los insectos. Paren crías vivas y depositan la larva en guaridas que son peculiares a cada especie particular. Por esta razón los larvicidas no son útiles y no pueden ser erradicados los lugares donde se crían.

Las moscas adultas tsetsé probablemente no viven más de 8 ó 10 meses. Su ciclo de desarrollo es relativamente sencillo y directo. Las hembras producen sus primeras larvas aproximadamente 3 ó 4 semanas después que se han apareado. Se produce cada vez una sola larva grande, pero una larva nueva principia a

desarrollarse inmediatamente de nacida su antecesora y se producen larvas sucesivas en plazos de 9 a 14 días. Las larvas se hacen crisálidas rápidamente en el suelo caliente y suelto de zonas sombreadas y protegidas. El período de crisálida dura de 2 semanas a 4 meses, y los adultos raramente emergen, excepto que la temperatura sea superior a 21.11° e inferior a 30.56° C.

El control de la nagana —enfermedad de la mosca tsetsé, o tripanosomiasis animal africana— es mucho más que un problema entomológico o veterinario. Está agudamente bloqueado por obstáculos económicos y sociológicos y por los problemas agrícolas básicos del uso de la tierra y la erosión del suelo. Pero estas consideraciones no disminuyen el valor de los constantes esfuerzos para lograr un control mejor mediante la terapia, la profilaxis y la inmunización directa contra los tripanosomas con medidas erradicadoras y limitadoras dirigidas contra la mosca tsetsé y con modificaciones del medio que lo hagan desfavorable para la continuación de las enfermedades tripanosomiales. Una mayor utilización de ganado resistente a las enfermedades, como el ganado vacuno Shorton del África Occidental, por ejemplo, puede ser también una medida de gran valor potencial.



Hormiga común, Camponotus casteneus.

Las perspectivas para el mejor control de los insectos portadores de enfermedades son brillantes. Los descubrimientos de nuevos insecticidas y la invención de fórmulas y métodos de aplicación eficaces han proporcionado en gran medida los medios para un ataque combinado contra los insectos vectores. Los nuevos compuestos químicos para el tratamiento de estas enfermedades y los métodos de inmunización contra ellas están también a la mano. Finalmente, un conocimiento siempre en aumento de todos los aspectos de las enfermedades transmitidas por insectos suministra las bases esenciales para el éxito en la aplicación de las medidas de control. Aparentemente, el factor limitativo más importante para la obtención de victorias constructivas sin precedentes es la modestia del gravamen económico que habría que imponer temporalmente.

GERARD DICKMANS, *veterinario doctorado en la Universidad de Georgetown, ha sido parasitólogo de la Oficina de la Industria Animal desde 1926. Por algunos años realizó investigaciones sobre los parásitos de los rumiantes.*

A. O. FOSTER, *parasitólogo de la Oficina de la Industria Animal, tiene a su cargo las investigaciones sobre los helmintos. Durante cinco años trabajó en el Laboratorio Conmemorativo Gorgas de Medicina Tropical y Preventiva, en Panamá.*

C. D. STEIN *es veterinario de la Oficina de la Industria Animal y ha hecho investigaciones sobre el antrax, la anemia infecciosa equina y otras enfermedades de los animales grandes y pequeños.*

L. T. GILTNER, *veterinario, es consejero patólogo de la Oficina de la Industria Animal y ha hecho y dirigido investigaciones sobre casi todos los aspectos de las enfermedades de los animales.*

Insectos y helmintos

Everett E. Wehr y John T. Lucker

MUCHAS ESPECIES de helmintos, o gusanos parásitos, del ganado y de las aves domésticas pueden pasar algunas de sus primeras fases sólo dentro del cuerpo de un insecto. Estas especies son transmitidas, en el verdadero sentido de la palabra, por insectos. Los ácaros escarabajos o ácaros del pasto transmiten otros en la misma forma. Una especie es transmitida tanto por las garrapatas como por los insectos. Estas especies particulares de gusanos son parásitos obligados de los insectos, o de sus afines, tan ciertamente como ellos son parásitos obligados de los animales y las aves de granja. Para su existencia y propagación, para sobrevivir como especies, necesitan tanto del insecto como de huéspedes avícolas o mamíferos.

El ciclo vital de un helminto de una de estas especies, como el ciclo vital de todos los demás helmintos parásitos, se inicia por los huevos o por las larvas microscópicas producidas por las hembras maduras o individuos hermafroditas. Pero según su identidad específica, los huevos o las larvas son infecciosos solamente para un insecto o un ácaro, o quizá para una garrapata. Por ejemplo, si son ingeridos por un insecto apropiado, cada huevo o larva pasa a una etapa más avanzada de desarrollo del parásito, que se establece en alguna parte del cuerpo del insecto. Pero el desarrollo del gusano se detiene allí en una etapa poco antes de la madurez reproductiva. A menos que en esta etapa de interrupción del desarrollo tenga acceso al cuerpo de un animal vertebrado apropiado, el parásito no puede completar su ciclo vital. Por este motivo, es evidente que cualquier paso que se dé para destruir los insectos infectados ayudará a evitar las infecciones del ganado y de las aves de corral de gusanos que tienen este tipo de ciclo vital. El exterminio mundial de los vectores insectos, si fuese posible, podría tener automáticamente por consecuencia el exterminio de una buena proporción de las especies de gusanos que ahora afligen al hombre y a sus animales domésticos y de otras muchas que viven en los animales silvestres y en los pájaros.

Los gusanos obligados a desarrollarse en dos o más huéspedes se llaman parásitos heterógenos. Los huéspedes en que pueden alcanzar la madurez reproductiva se llaman huéspedes finales o definitivos. Los huéspedes en que se desarrollan las larvas antes de que los parásitos pasen a vivir a su huésped final se llaman huéspedes intermediarios.

Algunos casos de transmisión de gusanos parásitos por insectos se descubrieron antes de que se supiera que los insectos son también vectores de algunas de las enfermedades protozoarias e infecciosas más devastadoras que conoce la ciencia médica y veterinaria. Algunos años antes de que se descubriera la transmisión de la malaria o de la fiebre amarilla por mosquitos, o la de la fiebre meridional del ganado vacuno por las garrapatas, se demostró que la larva de un gusano memátodo, el *Wuchereria bancrofti,* que causa la filiariasis humana, puede ser chupado por un mosquito al alimentarse y sufrir una transformación en su cuerpo.

Muy pocas clases de gusanos parásitos se pueden multiplicar —esto es, reproducirse a través de sucesivas generaciones— enteramente dentro del cuerpo del animal en que llegan a la madurez. Los huevos o las larvas de casi todas las especies tienen que dejar el cuerpo de su huésped para perpetuar el parásito.

Los huevos o larvas de gusanos que viven en el canal alimenticio o en un órgano o sistema (tal como el hígado o el sistema respiratorio) que comunica con el canal alimenticio, o en el sistema urinario, ordinariamente salen del huésped con sus heces u orina. La presencia de la progenie de los gusanos en esas sustancias, que en circunstancias naturales son depositadas por el ganado y las aves sobre el suelo, permite su ingestión por diferentes clases de animales vertebrados e invertebrados. Aunque los insectos y sus afines cercanos son quizá los más ubicuos de los invertebrados y tienen gran importancia como vectores de los gusanos parásitos, los huevos y las larvas de algunos de los gusanos heterógenos de los animales y aves de granja no son infecciosos para ellos. Otros artrópodos, las babosas, los caracoles, las lombrices de tierra u otros animales sirven de huéspedes intermediarios en estos casos.

Algunos de los insectos vectores de gusanos que producen huevos, que abandonan el cuerpo del huésped definitivo en la forma descrita, habitualmente se alimentan de los excrementos de los animales superiores. Así, ingieren los huevos de los gusanos y se infectan. Otros no son susceptibles, cuando adultos, a la infección, o por lo menos no llegan a infectarse. Por lo general depositan sus huevos en el excremento o en materias contaminadas por él. Las larvas que salen de sus huevos ingieren los huevos del gusano y son susceptibles a infectarse con ellos. En otros casos los insectos que intervienen no pueden clasificarse como coprófagos —comedores de estiércol— y ni habitual ni preferentemente se crían en el estiércol. Pero las fuerzas naturales continuamente diseminan los huevos del gusano en los *habitats* de dichos insectos, los cuales ingieren los huevos de los gusanos que contaminan su alimento normal.

Algunos de los vectores son, ellos mismos, ectoparásitos de animales de granja. Normalmente se alimentan de deshechos o detritus celulares en la piel de sus huéspedes, e ingieren los huevos de los gusanos cuando la piel se encuentra contaminada con materia fecal o partes de gusanos aplastados.

Algunos de los gusanos heterógenos viven en lugares que, como el sistema circulatorio o los tejidos subcutáneos, no tienen comunicación con las aberturas externas del cuerpo del huésped. Entre ellos se cuentan algunas especies de gusanos redondos vivíparos, o Nematoda, que arrojan las larvas que producen en la sangre, la linfa o las capas dérmicas de la piel de su huésped. Las larvas permanecen allí hasta que mueren, a no ser que las ingiera un insecto picador o chupador de sangre.

No solamente los hábitos, los *habitats* y las modificaciones estructurales de diferentes insectos y de algunos parientes cercanos suyos permiten a esos artrópodos ingerir la progenie microscópica de gusanos parásitos de muchas clases. Los insectos, asimismo, ofrecen medios casi ideales para el transporte de las etapas infecciosas de los gusanos hasta los huéspedes definitivos, ya sea ganado o aves de corral. Muchos de ellos forman parte de la dieta normal de los pájaros. Al pastar, los cerdos, las ovejas, el ganado vacuno y los caballos no pueden evitar que pasen escarabajos, ácaros e insectos similares con la hierba que consumen. Un perro o un gato que sufren una infestación de pulgas o piojos muerden o lamen esas criaturas perniciosas y se tragan algunas de ellas. Un mosquito hembra tiene que tomar una ración de sangre para poner huevos fértiles y una ración más de sangre entre cada dos posturas. Si entre las comidas las larvas del gusano infeccioso se han desarrollado en su cuerpo, el mosquito las inyecta en la sangre del siguiente animal que pica.

Existen muchas adaptaciones entre insectos, gusanos parásitos y huéspedes definitivos de éstos. Los granjeros pueden aprovechar algunas de esas adaptaciones para proteger el ganado y las aves contra las invasiones de infecciones de gusanos transportados por insectos.

Los insectos frecuentan las heces y los desperdicios parecidos, porque esas sustancias son esenciales para su crecimiento y desarrollo, o porque contienen algo que atrae a los insectos: un objeto brillante o movible, por ejemplo. Los segmentos de tenia atraen por su color brillante o por sus movimientos a los insectos y a los ácaros, que muchas veces se los comen.

Entre los gusanos del ganado y de las aves transportados por insectos se encuentran representantes de los cuatro grupos principales de helmintos: ascárides [lombrices intestinales *(Nematoda)*, tenias *(Cestoda)*, gusanos de cabeza espinosa *(Acantocephala)* y lombrices del ganado lanar *(Trematoda)*]. Los que son transmitidos por coprófagos habituales o accidentales viven en el conducto digestivo del huésped definitivo o en órganos que comunican con ese conducto; como se ha hecho notar, los huevos o las larvas de los gusanos que viven en esos lugares aparecen después en las heces de los huéspedes.

Varias especies de escarabajos peloteros y los escarabajos del estiércol son huéspedes intermediarios de los gusanos que viven en los puercos, las ovejas, el ganado vacuno, las aves de corral, los gatos y los perros. Dos gusanos del estómago, la *Ascarops strongylina* y el *Physocephalus sexalatus,* del puerco y el gusano del esófago, *Gongylonema pulchrum,* que aparece en los puercos, las ovejas y el ganado vacuno, utilizan escarabajos coprófagos como los *Copris, Aphodius, Passalurus, Onthophagus, Scarabaeus, Gymnopleurus, Ataenius, Canthon, Phanaeus* y *Geotrupes* como huéspedes intermediarios. La cucaracha alemana también sirve como huésped intermediario del gusano del esófago. Los huevos ingeridos por los insectos contienen embriones bien desarrollados en el momento de la oviposición. Cuando hacen eclosión en el intestino del insecto, las larvas entran primero en la cavidad abdominal del huésped intermediario y finalmente se posan en las paredes de los tubos de Malpighi o musculatura, donde se enquistan. Quistes completamente formados suelen encontrarse libres en la parte abdominal de la cavidad del cuerpo. Las larvas se hacen infecciosas en el huésped intermediario al cabo de un mes aproximadamente.

Las larvas del gusano del esófago del perro, *Spirocerca lupi,* se desarrollan hasta la fase infecciosa en el escarabajo, *Sacarabeus sacer,* y en otros escarabajos. La larva infecciosa se enquista en esos insectos, principalmente en los tubos traqueales. Si se traga esos escarabajos un huésped inadecuado, como, por ejemplo, una rana, una culebra, un pájaro o un mamífero pequeño, los gusanos larvarios se enquistan otra vez en el esófago, en el mesenterio o en otros órganos de esos animales. Se sabe que este fenómeno se presenta también en el caso del gusano del estómago del puerco, *Physocephalus sexalatus,* cuyas larvas se han encontrado reenquistadas en forma natural en las paredes del conducto digestivo de pájaros como la pegarroborda o alcaudón, la lechuza y el gavilán de cola colorada en el sur de Georgia y el norte de Florida. Muchos experimentos han revelado que el reenquistamiento de las larvas se presenta en muchos animales diferentes, entre ellos aves, mamíferos y reptiles, a los que se alimentó con escarabajos que contenían larvas infecciosas.

Una de las especies más comunes de tenia, la *Hymenolepis carioca,* encontrada en las aves domésticas, es transmitida por escarabajos *(Aphodius, Choeridium, Hister* y posiblemente el *Anisotarsus).*

Otra especie de tenia, la *Hymenolepis cantaniana,* encontrada en pollos, pavos y codornices de los Estados del Este, se desarrolla en los escarabajos *Ataenius* y *Choeridium.* No es usual su desarrollo en huéspedes intermediarios. La larva se alarga para formar una estructura un tanto parecida a un micelio ramificado; a lo largo de las ramas se desarrollan yemas o brotes dentro de los cisticercoides, o pequeñas formas larvarias, que contienen las cabezas de las tenias. Las tenias pertenecen a los géneros *Joyeuxiella* y *Diplopylidium,* que son parientes cercanos del género *Dipylidium,* se encuentran en los gatos y aparentemente se

desarrollan en los escarabajos estercoleros y otros insectos afines. Tardan de 3 semanas a 2 meses en desarrollarse los cisticercoides dentro del insecto huésped. El plazo depende de la temperatura. Los quistes completamente desarrollados se encuentran en la cavidad del cuerpo del insecto. La tenia *Metroliasthes lucida,* encontrada con frecuencia en el intestino delgado del pavo doméstico y silvestre, parece que tiene por huéspedes intermediarios los saltamontes *Melanoplus* sp., *Chorthippus longicornis* y *Paroxya clavuliger.* Las gallinas de Guinea son también susceptibles a la infección con estas tenias.

Los escarabajos deméstidos, los escarabajos oscuros, los escarabajos de los hongos y otros grupos de escarabajos y varias especies de saltamontes se han infectado experimentalmente o se han encontrado infectados en forma natural con las larvas del gusano de la molleja de los pollos, *Cheilospirura hamulosa.*

Un número pequeño de estos gusanos en la molleja no produce consecuencias serias. En infecciones fuertes, el forro de la molleja puede mostrar ulceraciones, que también pueden afectar la musculatura. Nódulos blandos que encierran parásitos se encuentran a menudo en las partes musculares, especialmente en los sitios más delgados de la molleja. En el huésped intermediario la larva infecciosa del gusano de la molleja se encuentra enquistada en la musculatura de la pared del cuerpo, donde se la encuentra apretadamente enroscada. La etapa infecciosa la alcanza en 19 días aproximadamente.

Se han encontrado escarabajos oscuros *(Alphitobius, Gonocephalum* y *Ammophorus),* tijerillas de patas rizadas y escarabajos del cuero infectados con larvas en su tercera fase del *Subulura brumpti,* gusano cecal del pollo. El huésped final se infecta por la ingestión de los huéspedes intermediarios infectados y las larvas pasan al intestino ciego. Muchas especies de escarabajos oscuros y de escarabajos del suelo han sido incriminados como huéspedes intermediarios del *Raillietina cesticillus,* tenia de cabeza ancha de las aves, y de otra tenia de las aves, el *Choanotaenia infundibulum.* Esta última se desarrolla también en el saltamontes de patas coloradas y en la mosca doméstica. El efecto principal de estas tenias, aun en infestaciones acentuadas, es que retardan el crecimiento de sus huéspedes.

La cucaracha de Surinam, y posiblemente otras especies de cucarachas, es huésped intermediario de tres nemátodos de las aves, especialmente de los gusanos de los ojos, *Oxyspirura mansoni* y *O. parvovum,* y del gusano proventricular del guajolote y de la codorniz común, *Seurocyrnea colini.* Las infecciones con los gusanos de los ojos producen una irritación marcada que dificulta gravemente la visión. A menudo la acompaña un pestañeo continuo, como si se quisiera expulsar un cuerpo extraño. La membrana nictitante del ojo se inflama y parece una elevación inflada. Las infestaciones graves pueden causar la ceguera. Se ha visto en experimentos que la cucaracha alemana sirve de huésped intermediario para el *Seurocyrnea colini.* Esa cucaracha, el saltamontes de patas coloradas y el saltamontes diferencial han sido registrados como huéspedes intermediarios adecuados para el gusano globular del estómago, el *Tetrameres americana,* de los pollos, las codornices comunes y los pavos. Después de ingeridos los huevos por el huésped intermediario, las larvas de este gusano del estómago pasan a la cavidad del cuerpo y llegan a ser muy activos en los primeros 10 días después de la infección. Entonces penetran en los músculos y se enquistan flojamente. En 42 días aproximadamente, o posiblemente antes, las larvas infecciosas terminan su desarrollo. La vitalidad de los saltamontes se reduce mucho por la infección de este parásito. Algunos mueren y otros caen en una inactividad que les hace fácil presa de las aves. La infección se transmite al ave por la ingestión de los huéspedes intermediarios infectados. En las aves domésticas de los Estados Unidos no se han encontrado infecciones graves con estas especies de gusanos estomacales.

Varias especies de hormigas de los géneros *Tetramorium* y *Pheidole* son infectadas en forma natural con cisticercoides de dos tenias del pollo estrechamente emparentadas, la *Raillietina tetragona* y la *R. echinobothrida.* Los intentos experimentales para infectar a las hormigas de esos y de otros géneros, alimentándolas con huevos de estas tenias, no han dado resultado, pero las hormigas infectadas en forma natural fueron dadas como alimento a los pollos y se produjo la infección.

Se dice que la perdiz es parasitada en forma grave por el *R. tetragona,* y las pérdidas por muerte se han atribuido a esta tenia, pero no se ha comprobado experimentalmente su patogenicidad.

Pero se sabe definitivamente que el *R. echinobothrida* es uno de los gusanos parásitos más dañinos para las aves de corral. Produce la formación en las paredes intestinales de nódulos como tubérculos que se parecen mucho a los nódulos de la tuberculosis. La ausencia de los nódulos en el hígado, en el bazo y en otros órganos internos y la presencia de las tenias en el intestino delgado garantizan el diagnóstico de esta infección y excluyen a la tuberculosis.

Los piojos picadores son vectores poco importantes de los gusanos parásitos. El único caso conocido es el piojo picador del perro, del cual se ha dicho que es un huésped intermediario de la tenia de doble poro, *Dipylidium caninum,* del perro y del gato. Debido a que normalmente estos piojos se alimentan de las partículas de la piel seca de su huésped difícilmente se le puede clasificar como insecto coprófago. Se supone que la piel de los perros y de los gatos, especialmente en la región perianal, se contamina con huevos de la tenia, que el piojo traga en forma más o menos incidental.

Los ácaros escarabajos, llamados también ácaros oribátidos o galúmnidos, sirven como vectores de la tenia ancha, *Moniezia expansa,* del ganado vacuno, de la oveja y de la cabra. Después de haber sido expelidos con las heces de su huésped, los huevos de la tenia tienen que estar bastante secos y bien sujetos para que los ácaros los puedan ingerir. Por lo general los ácaros no se comen el huevo entero. Hacen un agujero en el cascarón e ingieren el contenido. Esta tenia afecta adversamente el crecimiento de los borregos afectados. Varios investigadores han informado que la *M. expansa* produce escoriaciones en los corderos de pasto. Sin embargo, en los experimentos no se observaron escoriaciones en los corderos infectados.

El proceso de la vida de la *M. expansa,* que ha desafiado a los investigadores por mucho tiempo, se resolvió en 1937. Desde esa fecha se ha demostrado que los ácaros oribátidos también son los vectores de varias otras tenias anoplocefálidas de los animales domésticos. Transmiten el *Cittotaenia ctenoides* y la *C. denticulata* de los conejos; la *Anoplocephala perfoliata,* la *A. magna* y la *Paranoplocephala mamillana* de los caballos y el *Moniezia benedini* y el *Thysaniezia giardi* de los rumiantes.

Los ácaros escarabajos son más aptos para reproducirse en los lugares sombreados y húmedos. Se encuentran en los pastos tanto en invierno como en verano, pero aumentan marcadamente con los nuevos retoños de primavera. Los ácaros se hallan en todo el mundo.

El número de grupos de insectos en que tienen lugar las infecciones en la fase larvaria o inmadura es pequeño comparado con los que adquieren la infección en la etapa adulta. En algunos casos las partes de la boca del insecto adulto son del tipo chupador, por lo que no pueden ingerir materias sólidas, o sus hábitos de alimentación son tales, que el insecto no llega a tener contacto con materias que contienen huevos y larvas del gusano. Sin embargo, las larvas de los insectos salen de los huevos en esas materias y sus partes bucales están adaptadas para su ingestión.

La mosca doméstica y la mosca de los establos se crían en abundancia en el estiércol de caballo. Sus larvas emigran extensamente a través de las pilas de estiércol y se alimentan promiscuamente de las materias que allí se encuentran. Las larvas de la mosca doméstica son huéspedes intermediarios de dos nemátodos (ascárides) que se encuentran por lo común en el estómago de los caballos: *Habronema muscae* y *Drashia megastoma.* Las de la mosca de los establos son huéspedes adecuados para el desarrollo de un tercer gusano del estómago del caballo, el *Habronema majus.*

Las larvas del nemátodo sufren varias mudas dentro del cuerpo de la larva de la mosca y alcanzan su etapa infecciosa más o menos al mismo tiempo en que aparece la mosca. La mosca adulta hospeda las larvas infecciosas en la cavidad del cuerpo, pero algunas de las larvas emigran hacia las partes de la boca de la mosca. El caballo posiblemente se infecta cuando las moscas, al alimentarse, depositan larvas del gusano sobre sus belfos o ingiriendo las moscas que caen dentro del alimento o del agua.

La lombriz de cabeza espinosa es un parásito bastante común del puerco, particularmente en el Sur. Se forman nódulos característicos en los sitios donde se adhieren las lombrices a la pared del intestino delgado. Algunas veces cambian de lugar de adherencia, ulcerándose los sitios donde anteriormente estuvieron adheridas. Puede ocurrir, ocasionalmente, la perforación del intestino. Los parásitos inutilizan los intestinos para hacer embutidos. Los gusanos blancos, larvas de los escarabajos de mayo y junio, les sirven de huéspedes intermediarios. Los gusanos blancos se encuentran en abundancia a poca profundidad de la superficie del suelo, particularmente en las praderas, y los paladean los puercos, que los dejan al descubierto al hozar la tierra.

Los huevos de la lombriz de cabeza espinosa, que son expelidos en las heces del puerco, hacen eclosión cuando son ingeridos por los gusanos blancos. En los gusanos, las larvas que salen de los huevos quedan libres en el intestino medio; entonces emigran a la cavidad del cuerpo y allí se desarrollan hasta la etapa infecciosa en 2 ó 3 meses de verano. Como las larvas infecciosas perduran cuando el insecto pasa por las fases de crisálida y de escarabajo, los puercos se infectan ingiriendo larvas, crisálidas o adultos infectados.

Las larvas de las pulgas del perro y del gato son vectores de la tenia dobleporo, *Dipylidium caninum.* Como la pulga adulta tiene las partes bucales adaptadas a la succión, no es posible la infección en esta etapa. Las larvas de la pulga ingieren los huevos de la tenia. En la larva, la tenia crece despacio. Crece más en el período de crisálida o ninfa y alcanza su etapa infecciosa dentro de la pulga adulta. El cisticercoide queda libre en la cavidad del cuerpo de la pulga. Los perros y los gatos se infectan al ingerir pulgas o piojos.

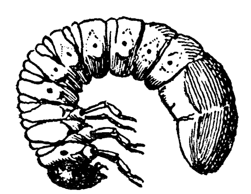
Se necesita más de una clase de huéspedes intermediarios para el desarrollo de algunos de los gusanos heterógenos. Uno de ellos puede ser un insecto —como en el caso del gusano del oviducto de las aves domésticas, *Prosthogonimus macrorchis,* que utiliza un caracol, la *Amnicola limosa porata,* como su primer huésped intermediario y la libélula como su segundo huésped intermediario. Las especies de algunos géneros de libélulas, *Leucorrhinia, Tetragoneuria, Epicordulia* y la *Mesothemis,* pueden servir como intermediarios secundarios de este tremátodo.

En los Estados Unidos, el gusano del oviducto se encuentra en forma natural en los patos, gansos canadienses y pollos, principalmente en la región de los Grandes Lagos. Allí se encuentra abundantemente el caracol, que es el huésped intermediario, debajo de las tablas y de los palos, y puede hallarse caminando a lo largo del fondo del lago, bajo 40 ó 50 centímetros de agua.

El caracol se infecta al comerse los huevos del gusano. Después de pasar

varias etapas de su desarrollo en el caracol, el gusano joven (cercaria) escapa de su cuerpo y nada libremente en el agua. Los organismos que nadan libremente se meten en la abertura anal de las náyades acuáticas, o libélulas inmaduras, con el agua que toman en forma alternada, hacia adentro y hacia afuera, por los órganos de la respiración localizados en el extremo posterior del canal alimenticio. Después de entrar en el cuerpo de la náyade, los gusanos jóvenes se enquistan en los músculos, y en la mayoría de los casos se encuentran en las porciones ventrales de la parte posterior del cuerpo. La infección del huésped intermediario secundario por lo general tiene lugar a fines de la primavera y principios del verano, de suerte que los gusanos jóvenes permanecen en el insecto huésped uno o dos años antes de que los ingiera el huésped definitivo.

La infección de las aves huéspedes acontece por lo general a fines de mayo o principios de junio, cuando las náyades o libélulas inmaduras se transforman en adultos. La infección también puede acontecer por la ingestión de libélulas maduras infectadas, que son fácil presa de los pájaros en las primeras horas de la mañana. Las lombrices inmaduras pasan posteriormente al divertículo de la cloaca, o a la cloaca misma, cuando alcanzan la etapa de madurez. Algunas de las lombrices consiguen su madurez en el oviducto y se han encontrado en huevos de gallinas infectadas. La presencia de estos gusanos en las gallinas ponedoras puede producir una caída vertical de la producción de huevos y, en casos avanzados, la peritonitis.



Larva blanca.

El *Prosthogonimus macrorchis* es probablemente el gusano parásito más importante de las aves de corral en los Estados Unidos. Sin embargo, está localizado en ciertos sectores de la región de los Grandes Lagos. Por esta razón no causa mucha alarma, ya que dichos sectores no son centros avícolas importantes.

MUCHOS INSECTOS ADULTOS necesitan sangre para alimentarse. Entre los que se han mencionado como vectores de gusanos del ganado están los mosquitos, los jejenes, las pulgas, los piojos chupadores y las garrapatas, que ingieren las larvas de los gusanos cuando se alimentan de sangre o de la linfa de los animales infestados. Todos los gusanos que transmiten son ascárides del grupo Filarioidea.

Los mosquitos de los géneros *Anopheles, Aedes* y *Culex,* las pulgas del perro y del gato, son huéspedes intermediarios adecuados de la lombriz del corazón del perro y el gato. Estas lombrices grandes, de 15 a 40 cms., de largo, invaden principalmente el ventrículo derecho del corazón y la arteria pulmonar de los perros, los gatos, las zorras y los lobos. Muchos estudios indican que esto sucede principalmente en los Estados del Sur. Puede ocurrir en la mayor parte de los Estados Unidos, pero no en forma endémica. Los perros de caza son afectados más gravemente que los de cualquiera otra raza. Los animales infectados se cansan rápidamente, jadean al respirar y pueden desmayarse. Se presentan a veces complicaciones graves, tales como la inflamación de los riñones y de la vejiga urinaria. En casos graves el animal se depaupera, secándosele el pelo y la piel. Se advierten pocas veces sonidos anormales del corazón, pero los estertores húmedos se presentan de vez en cuando.

Unas 24 ó 36 horas después de que el mosquito o la pulga ha chupado sangre de un animal infectado las larvas microfiliarias se pueden encontrar dentro de las células de los tejidos de los tubos de Malpighi. Allí alcanzan la etapa infecciosa al cabo de 5 a 10 días, cuando emigran a las partes bucales de su huésped intermediario, y están listas para pasar al huésped final en el momento en que pica.

Los mosquitos de los géneros *Aedes* y *Anopheles* son vectores de la *Dirofilaria repens*, un gusano bastante pequeño que se encuentra en el tejido subcutáneo de los perros en el sur de Europa, en Asia y en América del Sur. Los gusanos pueden causar prurito sin lesiones en la piel.

El piojo chupador del perro, la pulga del perro y la garrapata parda del perro se han registrado como vectores del *Dipetalonema reconditum*, encontrado por primera vez en el tejido perineal del perro en Europa. El gusano también se encuentra en otros órganos y tejidos, entre ellos el sistema vascular, el hígado y los pulmones. La garrapata parda del perro también transmite la *D. grassi*, que se encuentra en los tejidos subcutáneos y en la cavidad del cuerpo del perro en Italia.

Doce días después de que las microfiliarias de la *Dirofilaria scapiceps*, que viven bajo la piel del lomo y en los tejidos subcutáneos de las patas traseras y delanteras de los conejos silvestres en los Estados Unidos, han sido ingeridas por los mosquitos *Aedes* se vieron larvas infecciosas moviéndose activamente en las probóscides de los insectos. También se observaron microfiliarias en los contenidos del intestino de una garrapata atracada no identificada. Los intentos para infectar conejos experimentalmente con este ascáride infectando primero mosquitos para que después éstos se alimentaran de los conejos, han fracasado. La garrapata del conejo puede ser también un huésped intermediario adecuado de este gusano, aunque no ha sido incriminado.

Algunas especies de jejenes picadores, o moscas de arena, y las moscas negras han sido incriminadas como huéspedes intermediarios de especies del género *Onchocerca*. El *O. reticulata* se encuentra en varios países en el tendón largo que sostiene el cuello del caballo y de la mula y se cree que es un posible agente causativo de la úlcera de la nuca del caballo y de las fístulas de la cruz del mismo animal. Se supone que este gusano lo transmite el *Culicoides nubeculosus*. El *Simulium ornatum* es el vector de la *Onchocerca gutterosa*, que aparece en el tendón del cuello y en otras partes del cuerpo del ganado vacuno. La *Onchocerca gibsoni*, que vive en el tejido conjuntivo subcutáneo del ganado vacuno, originando con frecuencia nódulos en el pecho y en las superficies externas de los miembros traseros, nódulos en los que los gusanos se encuentran enroscados, se ha dicho que se desarrolla en el *Culicoides pungens* y también en las moscas negras. Las microfiliarias, rara vez encontradas en los nódulos o nidos del gusano, se encuentran con más frecuencia en las paredes de los vasos sanguíneos y a lo largo de los espacios linfáticos. Los animales infectados no muestran más síntomas que los bultos nodulares debajo de la piel, pero sus cadáveres se consideran inadecuados para la venta en muchos mercados.

La mosca del establo está registrada como vector para la *Setaria cervi*, que se encuentra libre en la cavidad del cuerpo del ganado vacuno y de varias especies de antílopes y ciervos. Este gusano se ha encontrado en los ojos de los caballos y en la ubre de una vaca.

Otros informes indican que en Asia este parásito es transmitido por tres especies de mosquitos (el *Anopheles hyrcans sinensis*, el *Armigeres obturbans* y el *Aedes togoi*). El último es también un vector de la *S. equina* de los caballos. Las larvas de ambas especies se dice que invaden el sistema nervioso central de los caballos, causando la parálisis lumbar.

Se han observado lesiones de la piel apropiadas para la presencia en ellas tanto de adultos como de microfiliarias del *Stephanofiliaria stilesi*, el *S. dedoesi*, el *S. kaeli* y el *S. assamensis* en el abdomen y en las patas del ganado vacuno en Norteamérica, Java, Península Malaya e India, respectivamente. Es posible que los insectos sean los transmisores de ellas.

La invasión de la piel de la oveja por microfiliarias de la *Elaeophora schneideri* en la piel de los borregos, que vive en las arterias ilíacas y carótidas de su

huésped, produce una dermatitis primordialmente en la parte trasera de la cabeza pero con tendencia a extenderse por la cara hasta los ollares. Lesiones parecidas se observan algunas veces en la pezuña trasera, que utilizan para rascarse la cabeza. La presencia de las larvas en los tejidos produce una comezón intensa, que es causa de que el animal se arañe al rascarse. Los arañazos causan la destrucción de la piel. La enfermedad ha sido confinada a los pastos de verano de las montañas de Nuevo México, Arizona, Colorado y posiblemente Utha. La historia de su vida se desconoce, pero se sospecha que sirven como huéspedes intermediarios del parásito insectos chupadores de sangre.

Para la solución del problema del control de las infecciones del ganado y de las aves de corral por un gusano transmitido por insectos hay seis caminos: El uso terapéutico de medicamentos; el uso profiláctico de medicamentos; la esterilización física y química del excremento del establo y del gallinero y el tratamiento sanitario de dicho excremento; la eliminación de los lugares de cría de los insectos; la destrucción química y mecánica de los insectos y de sus larvas, y la evitación mecánica del acceso de los insectos a los animales de la granja.

Aunque el primer propósito de los tratamientos terapéuticos dirigidos contra las infecciones del gusano es mejorar la salud y la eficiencia del animal enfermo, tienen también algún valor para el control. Después del tratamiento, que elimina los gusanos del cuerpo de los animales o los mata dentro del cuerpo, hay, hasta que se produzca una reinfección, una reducción del número de huevos y larvas evacuados por el animal o del número de larvas que entran en sus tejidos. Los medicamentos deben usarse profilácticamente para combatir ciertas infecciones del gusano transportado por insectos. El hetrazán, administrado oralmente a las personas que tienen filariasis, causa una reducción rápida y acentuada del número de microfiliarias en la sangre, aunque los gusanos adultos no hayan muerto. El fouadin, uno de los medicamentos clásicos para el tratamiento de las infecciones del gusano del corazón en los perros, tiene un efecto similar cuando se inyecta a estos animales. También inhibe la capacidad reproductora de los gusanos adultos hembras. Es probable que se puedan encontrar otros medicamentos que tengan efectos similares contra las microfiliarias de otros gusanos de los animales domesticados.

Cuando el valor económico del animal que hay que proteger lo justifica, debe recogerse rápidamente el excremento del establo y del gallinero y almacenarlo de tal forma que no puedan llegar a él moscas ni quizá otros insectos. El excremento del caballo puede almacenarse en pilas de forma que algunos de los huevos y larvas de gusanos se mueran con el calor que produce su descomposición. Este efecto se puede reforzar almacenándolo, así como el excremento de la vaca, en estercoleros de madera cubiertos y aislados. Evidentemente, no se ha determinado específicamente que los huevos y las larvas de los gusanos heterógenos se mueran con este procedimiento; pero en todos los casos investigados se ha encontrado que los huevos y las larvas de los gusanos parásitos se mueren, por lo general, a la misma temperatura (60° C. aproximadamente).

Algunos agentes químicos pueden matar los huevos y las larvas de los gusanos monocios parásitos que se encuentran en el excremento del establo. Por lo que sabemos, no se ha demostrado específicamente que ninguno de ellos sea eficaz contra los huevos y las larvas de los gusanos heterógenos. Algunos agentes matan los huevos de los ascárides, que son de cáscara gruesa, y probablemente se dispone ya de medios químicos para todos los tipos de huevos y larvas del gusano que se encuentran en el excremento. De cualquier modo, se necesitan investigaciones que prueben lo anterior. El excremento de los establos o de los gallineros

que no ha sido sometido a tratamiento en alguna forma no se debe utilizar en la granja como abono.

La destrucción de los lugares de crianza y los ataques directos contra los insectos y sus larvas son armas que pueden aplicarse en general para controlar estos vectores. Usualmente se podrían emplear ambas líneas de ataque, pero los hábitos y vida de los insectos son tan diversos, que las armas a escoger —destrucción del *habitat,* o larvicidas, o destrucción del adulto— pueden diferir según el insecto que haya que atacar.

Los ataques contra la mosca doméstica se pueden dirigir del modo más factible y fácil contra las larvas. Se ha dicho que el DDT es eficaz contra las cresas de esta mosca cuando se usa una emulsión acuosa. Se ha descubierto que esa emulsión también es eficaz contra otras especies de crías de moscas en los excrementos de los pollos. El DDT, el metoxicloro, el clordano, el lindano y otros insecticidas son recomendados como aspersiones coadyuvantes dirigidas al control de los adultos. Entre las medidas accesorias importantes se cuentan la destrucción del excremento, su tratamiento químico, el uso de trampas para moscas con el cebo apropiado y las aspersiones de piretro.

La mosca del establo es también muy vulnerable al ataque en su etapa larvaria. Una medida fundamental para su control —aplicable también a la mosca doméstica— es la destrucción de los lugares de crianza. Cuando es imposible localizarlos y eliminarlos todos, los insecticidas que se han recomendado para el control de la mosca doméstica son notoriamente útiles contra las moscas adultas de los establos.

Los mosquitos, los jejenes picadores y las moscas negras se crían en el agua, y la eliminación de sus lugares de crianza no siempre es factible ni deseable. Las charcas, los pequeños estanques y las zonas pantanosas inútiles muchas veces pueden llenarse o desecarse. Como es deseable la conservación de charcas y corrientes grandes, el tratamiento del agua con petróleo para matar las larvas mecánicamente, y con larvicidas como el verde de paris, ha sido durante mucho tiempo uno de los recursos para resolver el problema del control del mosquito. El DDT incorporado a un vehículo oleoso para aplicarlo sobre la superficie del agua es eficaz para la destrucción de las larvas del mosquito. Este insecticida también es valioso para matar los mosquitos adultos, los jejenes y las moscas negras. Las pruebas han indicado que las larvas de las moscas negras son susceptibles al DDT, al TDE y a otros nuevos insecticidas clorinados.

Las pulgas del perro y del gato en y alrededor de los edificios pueden controlarse eficazmente con aspersiones o espolvoreaciones de DDT. Se ha encontrado eficaz para la completa erradicación de las pulgas adultas la aspersión ligera de cuatro a ocho litros de DDT al cinco por ciento en aceite para 100 o 200 metros cuadrados. Polvo de DDT al cinco por ciento aplicado con un bote espolvoreador se recomienda para la destrucción de las pulgas en los perros. La aplicación del polvo a los edificios destruirá las larvas y los adultos a medida que aparecen.

Se dispone de métodos para el control de saltamontes, tijerillas y cucarachas. Los escarabajos que se encuentran con frecuencia en los excrementos de las gallinas también se pueden controlar químicamente. El uso de insecticidas contra esos escarabajos quizá no sea práctico para controlar los gusanos en manadas de pollos que tienen acceso a zonas extensas, pero el confinamiento de las aves, como se practica al presente, favorece la factibilidad de medidas para la destrucción del escarabajo en el excremento acumulado.

En teoría, los escarabajos que frecuentan el excremento en los pastos también se pueden tratar, sin duda, por medio de aspersiones o espolvoreaciones de insecticidas, pero no sabemos que ningún trabajo haya demostrado que esto es práctico. Puesto que se ha probado que el suministro de pequeñas

cantidades de medicamentos, como la fenotiazina, al ganado vacuno evita el desarrollo de las moscas del cuerno en su estiércol, parece aconsejable investigar la posibilidad de que los escarabajos puedan ser controlados como vectores del gusano por la incorporación habitual de sustancias insecticidas adecuadas a la dieta de los animales y de las aves de granja. Los depósitos de excremento en los pastos deben deshacerse y esparcirse para reducir el atractivo que tiene el estiércol para los insectos. Los máximos efectos adversos de la sequedad y de los rayos del sol sobre los huevos y las larvas del gusano pueden conseguirse también en esa forma. La destrucción química de los ácaros escarabajos en las praderas y campos de pastoreo no se ha investigado aparentemente, pero aun cuando fuera posible, parece dudosa su practicabilidad. Es probable que haya que buscar otros medios para evitar las infecciones de la tenia que transmiten estos ácaros.

EVERETT E. WEHR *es parasitólogo de la Sección Zoológica de la Oficina de Industria Animal en Beltsville, Md., y autor de numerosos trabajos sobre los gusanos y otros parásitos del ganado y de las aves domésticas.*

JOHN T. LUCKER *es parasitólogo y también trabaja en Beltsville. Desde 1940 se dedica a la identificación de nemátodos.*

Los insectos y los virus de las plantas

L. D. Christenson y Floyd F. Smith

EL CIENTIFICO ruso D. Iwanowski demostró en 1892 que la savia de las plantas de tabaco enfermas de mosaico es infecciosa después de haber pasado por un filtro a prueba de bacterias. Fue el primer descubrimiento de un grupo asombroso de agentes que no pueden verse con microscopios ordinarios y que ahora se llaman virus. Se ha demostrado que muchos de nuestros problemas más serios y difíciles de las enfermedades de las plantas son resultado de las infecciones con estas entidades minúsculas, más pequeñas que las bacterias. Algunas de las muchas clases diferentes de virus son aún más pequeñas que las moléculas más grandes conocidas por los químicos.

Ejemplos de enfermedades de las plantas causadas por virus son el mosaico del tulipán, el amarilleo del durazno, el amarilleo del aster, el encarrujamiento de la hoja de la remolacha, la necrosis de la floema del olmo, el mosaico del tabaco, el mosaico de la frambuesa, la enfermedad que impide el crecimiento del arándano, el enrollamiento de la hoja de la papa, el mosaico del chícharo, la marchitez moteada del tomate y el mosaico de la caña de azúcar. Los agentes de los virus también causan enfermedades serias al hombre y a los animales: la viruela, el sarampión, las paperas, el resfriado común, la hidrofobia, el moquillo y la glosopeda. Otros, como el de la loque de la abeja melífera, infectan a animales invertebrados.

Durante mucho tiempo poco supimos acerca de la naturaleza de los virus. Ahora, como resultado de los estudios de W. M. Stanley, F. C. Bawden, N. W. Pirie y otros, se cree que son nucleoproteínas complejas que tienen algunos de los atributos de los organismos vivientes. Como organismos vivientes, las

partículas de los virus se pueden reproducir o multiplicar. Durante el proceso de multiplicación también pueden cambiar o transformarse. Pero parece que no tienen capacidad para crecer o multiplicarse excepto dentro de las células vivientes de sus huéspedes y, a diferencia de los organismos vivientes, no pueden realizar los complicados procesos de la respiración, la digestión y otras funciones metabólicas.

La mayor parte de los virus de las plantas se han descubierto de 1900 a la fecha, pero no son de origen reciente. Los viejos maestros holandeses registraron en sus pinturas el abigarramiento de los pétalos de los tulipanes causado por un virus conocido en la actualidad como mosaico del tulipán. Los productores holandeses de bulbo ya sabían en 1637 injertar bulbos sanos con bulbos jaspeados para obtener las codiciadas flores multicolores, aunque no sabían qué era lo que las producía. Los virus de la patata habían llegado a abundar tanto en Europa por el año de 1775, que la producción de patatas tuvo que abandonarse en muchas partes debido a lo que se llamaba entonces "agotamiento" de las patatas. En los Estados Unidos, la virosis llamada ahora amarilleo del durazno ya fue descrita en 1791. Tenemos testimonios de que causó daños en los huertos de duraznos en 1750.

Solamente algunos virus matan a las plantas que infectan. Las plantas afectadas por la mayor parte de ellos nunca llegan a recobrarse, pero no mueren como resultado de la infección. Su crecimiento y productividad pueden ser gravemente afectados. Algunas especies y variedades de plantas no son atacadas por los virus, indudablemente. Otras pueden tolerarlos o sólo se afectan ligeramente cuando sus tejidos son invadidos por las partículas de un virus. Los árboles, los arbustos, otras plantas de zonas incultas y las malas hierbas de las granjas pueden infectarse con virus que atacan también a las plantas cultivadas. Cuando sucede tal cosa, las plantas silvestres sirven de fuentes importantes de peligro para las plantas cultivadas. De otra manera, los virus de las plantas no cultivadas no son importantes económicamente. Todavía no se conocen virus que ataquen a las coníferas, como, por ejemplo, el pino y el abeto.

Nuestras cosechas cultivadas anualmente sufren grandes pérdidas debido a las enfermedades causadas por virus. El falso durazno fue una plaga para los cultivos de duraznos en los Estados del Sur durante medio siglo por lo menos y los obligó a arrancar más de 2.600,000 durazneros. Hace algunos años, el amarilleo del durazno acabó con la fecundidad de cientos de miles de árboles en los Estados norteños. En algunas ocasiones fue necesario destruir huertos enteros. Se calcula que el mosaico del tabaco causa pérdidas anuales de millones de libras de tabaco. Los virus han afectado seriamente la producción de patatas un año tras otro. Para reducir las pérdidas, los productores aquí y en Inglaterra y otros países tienen que gastar grandes cantidades para obtener semilla sana de patata producida en zonas donde los virus de la patata no son graves. La producción de repollo de lechuga en el Este no es remuneradora debido a la infección por el virus llamado amarilleo del aster. Las pérdidas causadas por el encarrujamiento de la hoja de la remolacha azucarera han sido tan graves en los Estados del Oeste, que algunas fábricas de azúcar han tenido que cerrar. El mismo virus ha causado pérdidas en los campos de tomate. Los virus que atacan a muchas de nuestras plantas florales ornamentales pueden cobrarse también tributos igualmente fuertes.

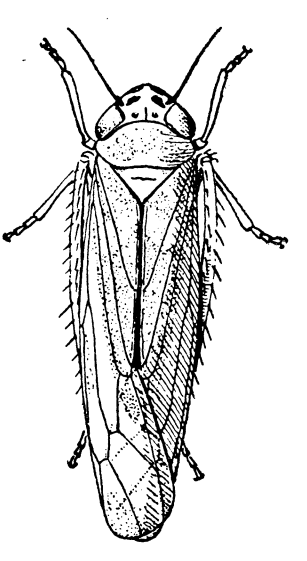
Las enfermedades de las plantas causadas por virus se difunden de varios modos. Algunas son tan infecciosas, que no se necesita más que el contacto entre las hojas de las plantas normales y las enfermas. Enfermedades sumamente contagiosas, como las que se acaban de aludir, se pueden propagar por medios mecánicos. Se conocen pocos casos de propagación por las semillas. Un procedimiento grave de difusión es el empleo de partes de plantas infectadas para

hacer plantíos nuevos. Por ejemplo, virus que persisten de un año para otro en los tubérculos de la patata, en los bulbos y en los rizomas infectan a las plantas que nacen de ellos. Los virus pueden ser también difundidos por medio de los plantones o serpollos provenientes de plantas infectadas y a través de los injertos que se hacen en los almácigos.

Los insectos son los peores difusores. En 1901 un científico japonés descubrió que un saltamontes podía transmitir la enfermedad que impide el crecimiento del arroz de las plantas enfermas a las plantas sanas.

La chicharrita o saltamontes de la remolacha fue el primer insecto que alcanzó notoriedad como agente portador de un virus vegetal. Se averiguó que propagaba la enfermedad del encarrujamiento de la hoja de la remolacha azucarera en los campos de Utah y otros Estados del Oeste solamente unos años después del descubrimiento del insecto que transmite la enfermedad que impide el crecimiento del arroz. Ahora sabemos que muchos de nuestros brotes de enfermedades de las plantas causadas por virus son resultado de la actividad de los insectos transmisores, y se sospecha que los insectos participan en la difusión de muchas otras enfermedades de las plantas causadas por virus.

Se sabe que los insectos transmisores de virus de las plantas pertenecen solamente a seis de los grandes órdenes de insectos: Homoptera (áfidos, chicharritas, moscas blancas, chinches harinosas, escamas), Thysanoptera (tripsos), Heteroptera (chinches de las plantas, chinches de encaje), Coleoptera (los escarabajos), Ortoptera (saltamontes) y Dermaptera (tijerillas). La mayor parte de los agentes transmisores tienen las partes de la boca adaptadas para chupar, y entre ellos parece que los áfidos y las chicharritas son los más proficientes. Algunos insectos que tienen las partes de la boca adaptadas para masticar, como el saltamontes y los escarabajos que comen hojas, también propagan ciertas enfermedades causadas por virus.


Saltamontes de la hoja de la remolacha.

Para efectuar la transmisión, el vector tiene que adquirir el virus de una planta enferma, lo cual hace mientras se alimenta, y después trasladarse a una planta sana, que infecta durante el proceso de alimentación. Indudablemente el insecto chupador inyecta las partículas del virus en la planta con la saliva.

Las relaciones entre los virus de la planta y sus vectores han llamado la atención de muchos entomólogos, patólogos de las plantas y otros biólogos. Se han realizado progresos asombrosos, y ahora sabemos mucho sobre muchos insectos que transmiten virus, algo sobre lo que acontece a los virus durante el tiempo que están en el cuerpo del insecto y algo sobre los factores que intervienen en el proceso de transmisión. Sin embargo, aún queda mucho por explicar: No sabemos por qué ciertas especies pueden transmitir virus en tanto que otros insectos similares no pueden, o por qué ciertos insectos pueden transmitir muchas clases diferentes de virus de plantas pero otros no. Otros muchos vectores que esperan a ser descubiertos siguen siendo un reto.

LOS VIRUS DE LAS PLANTAS se consideran pertenecientes a dos grupos generales.

En el grupo llamado de virus no persistentes el insecto portador puede transmitir el virus poco después de alimentarse en una planta enferma. Pero

esa capacidad para causar nuevas infecciones se pierde rápidamente después que los insectos se han alimentado en plantas sanas o inmunes. Un período de hambre antes de alimentarse en plantas infectadas suele aumentar la eficacia para la transmisión de los vectores del virus, que, por lo regular, puede transmitirse por medios mecánicos, como restregando la savia de una planta infectada sobre las hojas de una planta sana. Algunas veces, los agentes transmisores pertenecen a muchas clases diferentes de insectos. Muchos virus transmitidos por áfidos e insectos masticadores pertenecen a este grupo. Quizá algunos de los virus no persistentes son transmitidos por la contaminación de las partes bucales del insecto transmisor con partículas de virus; mas para otros muchos el proceso de transmisión no parece ser tan sencillo.

El otro grupo comprende los virus persistentes. Cuando éstos son tragados con el alimento por sus vectores es necesario un intervalo (la incubación, o período latente) antes que los insectos puedan infectar con ellos plantas sanas. Una vez adquirida esa capacidad, los insectos transmisores de virus persistentes pueden transmitir, por lo general, a plantas sanas por un período largo, a menudo de por vida. En dos casos relativos a chicharritas los virus persistentes son transmitidos a la generación siguiente a través de los huevos. Varios de estos virus son transmitidos solamente por uno o varios insectos estrechamente emparentados. La mayor parte de los virus que transmiten las chicharritas son virus persistentes. Algunos áfidos u otros insectos también transmiten virus persistentes.

El período de incubación de los virus persistentes en los insectos dura algunas veces sólo unas cuantas horas o menos. En algunos áfidos puede durar hasta cinco días, o varias semanas en algunas chicharritas. El período de incubación de los virus que causan la enfermedad X del Oeste en el durazno dura, por lo general, más de 30 días en la chicharrita germinada. Períodos de incubación de 40 días han sido observados para algunas chicharritas que transmiten el amarilleo del aster, aunque en la mayoría de ellas el período es de unas 2 semanas. Una de las cuatro chicharritas transmisoras del durazno falso en los Estados del Sureste transmitió la enfermedad a durazneros sanos 14 días después de haberse alimentado en un árbol enfermo; pero en otra chicharrita el período de incubación más corto observado hasta ahora fue de 19 días. La temperatura puede influir en la duración del período de incubación de un virus en un insecto.

El significado del período de incubación de los virus es discutido. Algunos investigadores creen que es un verdadero período de incubación durante el cual el virus pasa por una fase necesaria de desarrollo o de reproducción. Otros lo consideran meramente como tiempo necesario para que las partículas de virus recorran a través de las paredes del intestino del insecto a la corriente sanguínea y de allí a las glándulas salivales, de donde puede pasar, con la saliva, a las plantas sanas al tiempo de alimentarse.

Ambos puntos de vista se pueden justificar, según el virus de que se trate. Algunas chicharritas transmiten virus persistentes durante toda su vida una vez que se han infectado. Otras pueden perder esa capacidad después de cierto tiempo. En algunos individuos la capacidad para transmitir un virus puede llegar a ser mucho menos pronunciada a medida que llegan al término de su vida. Es posible que la cantidad original de virus tomada se agote durante los períodos intermedios de alimentación sobre plantas sanas y no haya habido multiplicación de las partículas del virus en el insecto o, cuando menos, no reproducción suficiente para mantener una carga infecciosa del virus. No hay pruebas de que los virus sufran cambios biológicos en los insectos, pero un científico ha informado que el virus que produce en el trébol la hoja clava se reproduce en la chicharrita que lo transmite. Las chicharritas permanecen infecciosas por generaciones sucesivas hasta mucho después de haber encontrado la opor-

tunidad para tomar cantidad original del virus de que se trate. También parece haber pruebas convincentes de que el virus que causa el amarilleo del aster y el que causa la enfermedad que impide el crecimiento del arroz en Oriente se multiplican en sus agentes transmisores.

Algunos insectos que transmiten virus pueden llegar a ser infecciosos después de un período de alimentación de sólo un minuto o después de una sola toma de alimento en una planta enferma. Las especies diferentes varían con respecto a su eficacia para transmitir enfermedades causadas por virus, y se dan casos en que las ninfas o fases inmaduras parecen ser menos eficaces que los insectos adultos. Algunos vectores pueden recoger virus mientras se encuentran en fases inmaduras, pero no los pueden transmitir hasta que alcanzan su etapa de adulto. La explicación sugerida en el caso de la chicharrita transmisora del amarilleo del aster es que el período de incubación no termina hasta que las ninfas alcancen la etapa adulta. Pero ésta no es la explicación para el caso de los tripsos, que transmiten los virus de la marchitez manchada, porque los adultos llegan a ser infecciosos sólo después de recoger del virus mientras se encuentran en estado larvario.

El virus de una planta puede tener como vector una sola especie de insecto o puede haber varias especies capaces de transmitir el mismo virus. Algunas veces estas últimas no tienen entre sí el menor parentesco. Un solo insecto puede infectar plantas con enfermedades producidas por virus, pero ni aun un individuo infeccioso puede causar una infección cada vez que se alimenta de una planta sana. En algunos casos parece que esto es debido a que el virus debe ser introducido dentro de ciertos tipos de tejido vegetal al que no siempre llega el vector con sus partes bucales; en otros casos las razones no son aparentes. Parece que los virus no afectan a los insectos transmisores de ningún modo, aunque causen daños serios a las plantas.

Los ÁFIDOS o piojos de las plantas han adquirido la capacidad de servir como transmisores de los virus de las plantas en un alto grado. Estos insectos diminutos de cuerpo blando se alimentan chupando la savia por medio de sus picos, que introducen en los tejidos de las plantas. Atacan prácticamente a todas las clases de plantas. Muchas especies producen individuos alados y sin alas. A los primeros se debe principalmente la difusión de las enfermedades causadas por los virus en los campos.

El áfido verde del durazno se destaca entre los áfidos portadores de enfermedades virosas. Se sabe que transmite más de 50 clases, la mayor parte del tipo no persistente.

El áfido verde del durazno se encuentra casi en todos lados y se alimenta de muchas clases de plantas. Es una plaga grave de las patatas, porque puede transmitir el encarrujamiento de la hoja y otras virosis. En las zonas productoras de patata en que los inviernos son benignos el áfido verde del durazno pasa el invierno en la maleza y en hortalizas como la espinaca y la col. Los individuos alados producidos sobre las plantas huéspedes de invierno emigran a los sembrados de patatas cuando las plantas son pequeñas. A medida que pasan de una planta a otra, los emigrantes alados dejan algunos áfidos jóvenes aquí y allá y propagan los virus de la patata de las plantas enfermas a las plantas sanas. Los áfidos jóvenes abandonados inician nuevas colonias de áfidos en todo el campo de patatas. Cuando las colonias llegan a superpoblarse se producen cantidades enormes de áfidos alados. Estos áfidos enjambran en los campos, causando otra onda de infección. Los productores individuales de patata se encuentran impotentes en sus esfuerzos para proteger sus cosechas cuando se presentan áfidos migratorios en grandes cantidades.

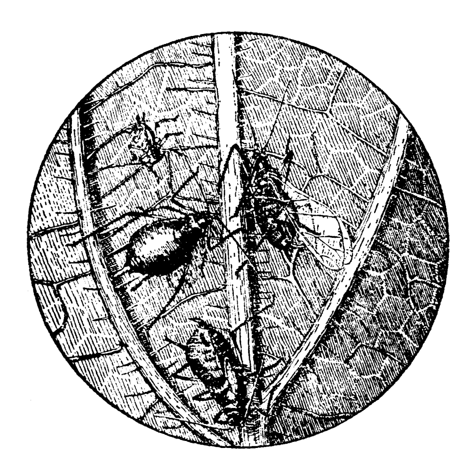
En el Maine septentrional y en otras zonas productoras de patatas en que los

inviernos son fríos los áfidos verdes del durazno pasan el invierno en la fase de huevo. Los huevos son puestos en las ramas de los durazneros y los ciruelos por los áfidos hembras, que se producen a fines del verano o principios del otoño. Son relativamente pocos los áfidos alados que se producen en colonias procedentes de esos huevos, por lo que las infestaciones de los campos de patata son en extremo ligeras a principios de la primavera. Aunque pueden presentarse en los últimos días de verano gran número de áfidos alados, por lo general no hay una propagación tan grande de enfermedades virosas en las zonas productoras de patata del Norte como en las regiones con inviernos más calientes. Las proporciones del encarrujamiento de la hoja de la patata en las cosechas de los años subsiguientes pueden predecirse con bastante exactitud tomando en cuenta la abundancia de las formas aladas del áfido del durazno que haya en verano.

El áfido verde del durazno y otros áfidos que se desarrollan sobre la patata y otras plantas pueden emigrar a través de campos de gladiolos y recoger el virus del mosaico amarillo de las judías. El virus sólo causa en los gladiolos síntomas ligeros; pero cuando los áfidos lo transmiten a los frijoles se produce una enfermedad destructora. En la Florida el apio se infecta con el mosaico del pepino debido a los áfidos que lo recogen cuando se alimentan de la comelina, una mala hierba que crece a lo largo de las acequias.

Los campos de lirios que contienen algunas plantas infectadas de mancha gruesa no persistente y del virus del mosaico del pepino no tardan en enfermar casi en su totalidad cuando están sembrados cerca de patatas u otras plantas donde existen áfidos portadores de esas enfermedades. La roseta del lirio, un virus persistente, es transmitida por el áfido del melón después de un período de incubación del virus en el áfido que dura de 3 a 4 días. Este áfido se desarrolla en las plantas jóvenes de los lirios; tanto los áfidos ápteros (que pasan arrastrándose a las plantas adyacentes) como los áfidos alados migratorios (que vuelan a plantas más lejanas) pueden difundir la roseta del lirio.

El áfido del melón también puede transmitir un virus que produce un estado llamado enfermedad sin síntomas del lirio. La enfermedad se ha difundido lentamente en la mayor parte de los campos comerciales de lirios. En sí misma no es grave, pero cuando las mismas plantas adquieren el mosaico del pepino la doble infección, llamada veteado necrótico, las demerita. Las manchas necróticas fueron la causa principal del fracaso en los Estados Unidos de la producción de bulbos de lirio Easter. Para satisfacer nuestras necesidades se importaron en un año 25 millones de bulbos de dichos lirios.



Afidios, Macrosiphum ambrosiae.

En Inglaterra el áfido de la fresa transmite tres virus de la fresa que causan la marchitez de variedades deseables. Este áfido y dos especies emparentadas con él se encuentran en los Estados Unidos y viven todo el año en las plantas de fresa. Enfermedades similares, y posiblemente otras más, devastan los fresales de los Estados Unidos. Se ha demostrado que estos tres áfidos de la fresa son vectores de los virus en América, y se cree que se debe a ellos principalmente su dispersión. El Departamento de Agricultura ha ayudado a la industria de la

fresa localizando plantas de fresa inmunes de las variedades más valiosas y proporcionando pies de plantas, cooperando con los viveros para su propagación en masa y la sustitución de las plantas infectadas.

Los áfidos alados provenientes de colonias de áfidos del chícharo que han pasado el invierno sobre la alfalfa transmiten una grave enfermedad virosa del chícharo que mata las yemas y dificulta la productividad de las plantas.

Los áfidos también pueden difundir virus que afectan a los árboles. Un ejemplo es la enfermedad del marchitamiento súbito de los frutos cítricos, que en pocos años ha causado pérdidas de muchos miles de naranjos en California. El vector del marchitamiento súbito es el áfido del melón. Otro áfido que no se encuentra en los Estados Unidos es el vector de una enfermedad virosa de los cítricos en América del Sur.

Las chicharritas son el segundo en importancia de nuestros agentes transmisores de los virus de las plantas. Son insectos pequeños, delgados y de colores diferentes, que tienen trompas chupadoras parecidas a las de los áfidos. Son saltadores activos. Los adultos vuelan libremente y algunos de ellos pueden recorrer grandes distancias en sus vuelos migratorios. Un hábito característico de los jóvenes y de los adultos es que caminan de lado. Todas las chicharritas se alimentan de plantas. A ciertas clases de ellas se les da el nombre de tiradores certeros, y a algunas se les dan nombres como el de la mosca blanca y mosca verde.

Las chicharritas transmiten cuando menos tres enfermedades virosas peligrosas a los durazneros. La más antigua es el amarilleo del durazno. Su vector fue un misterio hasta la década de los treintas, cuando se descubrió que lo era la chicharrita del ciruelo.

La chicharrita del ciruelo se alimenta de las ramitas y raras veces se la ve en las hojas. El ciruelo es su huésped favorito. Por rareza se le encuentra en los duraznos. La chicharrita puede obtener el virus, que transmite a los durazneros, en durazneros y ciruelos. Los últimos son portadores sin síntomas del virus del amarilleo. En los huertos próximos a bosques se han observado correlaciones entre el número de chicharritas, la abundancia de ciruelos silvestres y la incidencia de la enfermedad del amarilleo en los duraznos. No se han descubierto otros vectores del amarilleo del durazno.

La chicharrita del ciruelo se encuentra en todas las zonas donde existe el amarilleo del durazno. Aunque esta enfermedad ya no es problema grave, los nuevos casos que se presentan cada año nos advierten que el vector se mantiene activo y que los productores de duraznos de los Estados del Nordeste no deben abandonar la vigilancia tocante a esta enfermedad.

La enfermedad del durazno falso plantea un problema a los productores de durazno en los Estados del Sureste, particularmente en zonas de Georgia y Alabama, donde es difícil el control con los métodos usuales de inspeccionar los huertos y arrancar todos los árboles enfermos. Una intensa búsqueda de vectores duró 12 años y terminó en 1949, fecha en que se anunció que pueden propagar la enfermedad cuatro chicharritas. Todas ellas se alimentan de plantas en general.

Se cree que dos son los vectores principales que propagan la enfermedad en los huertos. El invierno lo pasan como adultos y ocasionalmente como ninfas bajo la hojarasca y los desechos de los bosques y posiblemente a lo largo de las orillas de las zanjas. En primavera adquieren su actividad, dejan los bosques y se desplazan a una gran variedad de plantas, incluso durazneros, donde se alimentan de las ramitas. Cuando las plantas herbáceas que prefieren están más tarde a su disposición abandonan los durazneros y se trasladan a ellas. En verano se encuentran muy pocas, pero reaparecen en estos huéspedes a principios del otoño. Continúan comiéndose las ramitas de los durazneros aun después que los

árboles se encuentran en su período de descanso, hasta que el frío los obliga a invernar.

Posiblemente el durazno falso se difunde más durante los períodos de primavera y otoño en que las chicharritas invaden los durazneros. Después de chupar la savia de los árboles enfermos no pueden causar la infección hasta después de un período de incubación que dura de 14 a 40 días. Las chicharritas infecciosas pueden transmitir el virus del durazno falso durante mucho tiempo, quizá por toda la vida, pero no sabemos si el virus persiste en ellas a través de los largos períodos de hibernación. Cuando se alimentan, las chicharritas insertan sus trompas en los tejidos leñosos de las ramitas del duraznero, donde parece que se localiza el virus del durazno falso. Las chicharritas pueden adquirir el virus tanto en los durazneros enfermos como en los ciruelos silvestres, pero no todos los durazneros parecen ser fuentes igualmente buenas del virus.

Los productores de fruta del Noroeste, sobre el Pacífico, están plagados de varias enfermedades virosas devastadoras del durazno y del cerezo. Una, la enfermedad X del durazno, es transmitida por la chicharrita geminada, que también puede difundir el achaparramiento del cerezo causado por el mismo virus. El período de incubación del virus en la chicharrita es, por lo general, de más de 30 días. Las chicharritas sueltas han transmitido la enfermedad X del Oeste; algunas conservaron la capacidad de causar infecciones 80 días por lo menos. La chicharrita prefiere las legumbres y las hierbas, pero se alimenta de otras muchas plantas. Rara vez se encuentran ninfas en los duraznero s, pero los adultos los visitan con frecuencia, así como a otros frutales de hueso. La chicharrita también se encuentra en el cerezo ahogadero, huésped silvestre de la enfermedad X del Oeste.

Cuando menos 14 especies de chicharritas transmiten el virus que causa la enfermedad de Pierce en los viñedos. El mismo virus infecta también a la alfalfa, causando la enfermedad llamada enanismo de la alfalfa. Una cosa notable sobre las chicharritas, agentes transmisores de la enfermedad de Pierce, es que todas están estrechamente emparentadas y pertenecen a la misma familia, que incluye todos los vectores conocidos de la enfermedad del durazno falso. Las chicharritas varían mucho en eficacia e importancia como vectores de la enfermedad de Pierce. Se han encontrado chicharritas infecciosas lejos de los viñedos o de los campos de alfalfa. Quizá existen otras plantas huéspedes del virus.

El virus del amarilleo del aster afecta a muchos vegetales, flores y otras plantas herbáceas. En los Estados del Este se conoce una sola clase del virus y sólo un vector, la chicharrita de seis manchas. Algunas chicharritas pueden transmitir las clases de este virus del Oeste. La que ataca al apio, por ejemplo, es transmitida cuando menos por 22 especies de chicharritas. Las chicharritas germinadas y de montaña transmiten el virus del apio, pero no pueden transmitir otro emparentado con él que causa el amarilleo en los aster. Pero estos dos tipos del virus del Oeste los transmiten las chicharritas de seis manchas. Esta relación curiosa, y una situación similar encontrada entre las chicharritas que transmiten el virus del enanismo amarillo de las patatas, sugiere que algunas razas de virus se han desarrollado en relación con sus insectos vectores y no con las plantas huéspedes. El vector del amarilleo del aster en el Este no causa infecciones cuando se expone a altas temperaturas, pero recupera su poder cuando baja la temperatura.

La amplia variedad de chicharritas que transmiten el amarilleo del aster, la enfermedad de Pierce de los viñedos y el durazno falso ha hecho pensar que la capacidad para transmitir las enfermedades virosas puede determinarse en cierta forma por la capacidad e inclinación de las chicharritas para alimentarse de una parte determinada de la planta huésped. Desde luego, eso podría

Ejemplos de los virus de las plantas y algunos de sus vectores, insectos

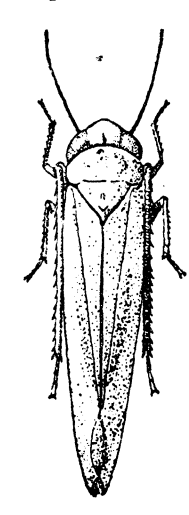
Virus	*Vector*	*Nombre común*
Alargamiento del tubérculo de la patata	*Melanoplus* spp	saltamonte.
	Epitrix cucumeris	escarabajo pulga de la patata.
	Systena taeniata	escarabajo pulga.
	Disonycha triangularis	escarabajo de la hoja.
	Leptinotarsa decemlineata	catarinita de la patata.
	Lygus oblineatus	chinche ligus.
	Myzus persicae	áfido verde del durazno.
Borde amarillo de la fresa	*Pentatrichopus fragariae*	áfido.
Arrugamiento de la fresa	*Pentatrichopus fragariae*	áfido.
Achaparramiento amarillo de la cebolla	*Aphis gossypii*	áfido de melón.
	Myzus persicae	áfido verde del durazno.
	Brevicoryne brassicae	áfido de la col.
	Aphis maidis	áfido de la hoja del maíz.
	Otros áfidos	Cuando menos 50 especies de áfidos transmiten este virus.
Mosaico del pepino	*Aphis gossypii*	áfido del melón.
	Myzus persicae	áfido verde del durazno.
	Myzus circumflexus	áfido media luna del lirio.
	Myzus solani	áfido de la digital.
Mosaicos de la frambuesa	*Amphoraphora rubi*	áfido.
	Amphorophora sensoriata	áfido.
Mosaico del chícharo	*Macrosiphum pisi*	áfido del chícharo.
	Myzus persicae	áfido verde del durazno.
Enrollamiento de la hoja de la patata	*Myzus persicae*	áfido verde del durazno.
	Myzus circumflexus	áfido media luna del lirio.
	Myzus solani	áfido de la digital.
	Macrosiphum solanifolii	áfido de la patata.
Mosaico de la caña de azúcar	*Aphis maidis*	áfido de la hoja del maíz.
	Hysteroneura setariae	áfido del moho de la ciruela.
Marchitez de los cítricos	*Aphis gossypii*	áfido del melón.
Achaparramiento amarillo de la patata	*Acertagallia sanguinolenta*	chicharrita del trébol.
	Aceratagallia curvata	chicharrita.
	Aceratagallia longula	chicharrita.
	Acertagallia oscura	chicharrita.
Encarrujamiento de la remolacha azucarera	*Circulifer tenellus*	chicharrita de la remolacha.
Enfermedad de Pierce de las vides	*Draeculacephala minerva*	chicharrita.
	Helochara delta	chicharrita.
	Carneocephala fulgida	chicharrita.
	Otros Cicadélidos	Cuando menos 14 especies pueden transmitir este virus.
	Aphrophora annulata	escupitajo.
	Aphrophora permutata	escupitajo.
	Clastoptera brunnea	escupitajo.
	Philaenus leucophthalmus	escupitajo del pasto.
Necrosis floema del olmo	*Scaphoideus luteolus*	chicharrita.
Amarilleo del durazno	*Macropsis trimaculata*	chicharrita del ciruelo.
Durazno falso	*Homalodisca triquetra*	chicharrita.
	Oncometopia undata	chicharrita.
	Graphocephala versuta	chicharrita.
	Cuerna costalis	chicharrita.
Enfermedad X del Oeste del durazno	*Colladonus geminatus*	chicharrita germinada.

Virus	*Vector*	*Nombre común*
Penacho ramoso de la papaya .	*Empoasca papayae*	chicharrita.
Floración falsa del arándono agrio	*Scleroracus vaccinii*	chicharrita roma del arándono agrio de los pantanos.
Enfermedad del achaparramiento del arándano azul ..	*Scaphytopius* sp	chicharrita.
Marchitez manchada del tomate	*Thysanoptera*	tripsos.
Mosaico del tabaco	*Aphidae*	Se han registrado varios áfidos como transmisores de este virus.
	Melanoplus differentialis	saltamonte diferencial.
Virus latente de la patata (virus X de la patata)	*Melanoplus differentialis*	saltamonte diferencial.
Manchas redondas del tabaco .	*Melanoplus differentialis*	saltamonte diferencial.
Encarrujamiento de la hoja del algodón (en África)	*Bemisia gossypiperda* ...	mosca blanca.

ser cierto solamente para las especies que tienen todos los requisitos biológicos necesarios para servir como vectores.

El virus del encarrujamiento de la hoja causa enfermedades serias en las remolachas azucareras, en los tomates y en las judías en los Estados del Oeste. El único vector conocido en este país es la chicharrita de la remolacha, indudablemente una especie introducida, sin parientes cercanos en el Nuevo Mundo. El problema del encarrujamiento de la hoja y de su vector, que es la chicharrita, es el tema de otro artículo en la página 544.

Otras clases de insectos chupadores propagan las enfermedades virosas de las plantas. Además de la infinidad de chicharritas, cuatro especies de chinches salivosas o escupitajos transmiten la enfermedad de Pierce de las vides. Una chinche de encaje es el vector de una enfermedad virosa de la remolacha azucarera. Las chinches harinosas y las moscas blancas transmiten enfermedades graves en otros países al cacao, a la mandioca y al algodón. Un insecto escama quizá interviene en la difusión de la muerte súbita de los árboles del clavo.



Saltamontes de la hoja

Los tripsos son insectos muy pequeños que se alimentan macerando las capas superficiales de células de la planta y chupando después los jugos. Ciertos tripsos son notorios como vectores del virus del marchitamiento manchado de los tomates y de las piñas o anonas. El virus, o razas de él, se encuentra en muchas partes del mundo y ataca a muchas clases de plantas. En las Islas Hawaii causa una de las enfermedades más importantes. Los tripsos adultos no adquieren el virus cuando se alimentan de plantas enfermas. Sin embargo, los adultos que se desarrollan de ninfas que se han alimentado de plantas enfermas son infecciosos; el virus sobrevive a la fase de ninfa o de descanso por la que pasan los insectos. En la marchitez manchada del tomate el período de incubación del virus en los insectos es de 5 a 7 días y la capacidad para causar infecciones se mantiene por varias semanas. Los tripsos se desarro-
Los insectos chupadores y masticadores participan en la transmisión de algu-
llan sobre una variedad grande de plantas huéspedes y causan daños graves aun cuando no transmitan los virus.

nos virus de plantas. Los saltamontes y los escarabajos que se alimentan de las hojas son vectores de la enfermedad muy infecciosa de las patatas llamada tubérculo ahilado o delgado. Los escarabajos del pepino transmiten un mosaico del pepino. El papel de estos insectos —cuando menos el del tubérculo ahilado— parece que es el de servir de transmisor mecánico. La enfermedad también es difundida por muchas clases de insectos.

El saltamonte diferencial indudablemente puede transmitir el mosaico del tabaco, el virus latente de la patata y el virus de las manchas anulares del tabaco a las plantas sanas de éste. Se han señalado vectores áfidos para el mosaico del tabaco, pero las pruebas repetidas no han podido descubrir insectos en la transmisión del virus latente de la patata o del virus de las manchas anulares del tabaco. El saltamontes diferencial evidentemente puede infectar a las plantas de tabaco inmediatamente después de haberse alimentado de plantas enfermas; la infección aparece en seguida de comer solamente una o dos veces en una planta sana. Se cree que el proceso de transmisión es solamente una transferencia mecánica de las partículas del virus que se encuentran en la boca del saltamonte. Es probable que las partículas del virus que llevan los saltamontes en las patas puedan producir las infecciones.

ALGUNOS DE LOS INFORMES sobre la transmisión de los virus de las plantas por insectos quizá resulten, tras nuevas investigaciones, ser consecuencia de las heridas ocasionadas por la alimentación directa, que parecen síntomas de enfermedades virosas. El áfido de la digital en los lirios y en varios cultivos de legumbres, y un áfido del clavel, causan las manchas y deformación de las hojas que parecen virus en los mismos huéspedes. Las chinches manchadas de las plantas producen zonas de achaparramiento, deformación y muerte, lo mismo que las infecciones virosas en algunas plantas. Se sospechaba que el amarilleo de la alfalfa y un estado de las patatas llamado fuego saltador eran enfermedades virosas, hasta que las investigaciones demostraron que eran resultado de alimentarse directamente sobre las plantas la chicharrita de la patata. Cuando el ácaro aplastado se alimenta de las plantas causa manchas, deformaciones y apachurramientos, que se han tomado erróneamente por enfermedades virosas. Las infecciones de los nemátodos que infectan las hojas traen como resultado zonas de amarillez, manchas y muerte, como los síntomas de los virus. Estos daños directos parece que se deben a los principios tóxicos que contiene la saliva que inyectan mientras comen, o a la mutilación de las células en tejidos muy jóvenes que posteriormente se desarrollan en forma anormal o se marchitan prematuramente. Los síntomas que deja la chicharrita de la patata resultan del daño que causa a los tejidos vasculares de las plantas, que impide la circulación del alimento.

En algunas enfermedades los virus pasan a los retoños nuevos con menos rapidez que aquella con que se realiza el crecimiento. Cuando esto sucede (por ejemplo, cuando las raíces de la dalia se encuentran infectadas de marchitez manchada) pueden obtenerse plantas sanas de los retoños que crecen en el tallo si se cortan antes de que los haya invadido el virus. El uso de plantones sanos es el primer requisito para reducir las pérdidas que causan muchas enfermedades virosas.

Algunas veces la rotación de los cultivos elimina fuentes de virus de plantas que infectarían la cosecha si se desarrollaran en el mismo campo al siguiente año.

La eliminación de las plantas infectadas tan pronto aparecen síntomas de enfermedades conserva y hasta mejora la salud de los sembrados de patatas, frambuesas, fresas y otros. Este procedimiento, junto con las prácticas de vivero que garantizan que los plantones para plantaciones nuevas no están infectados, ha sido el método principal para dominar graves enfermedades virosas de los

frutales de hueso, como el amarilleo del durazno, el durazno falso y el mosaico del durazno. En zonas aisladas, donde aparentemente los vectores no son muy activos, hasta fue posible llevar a cabo la erradicación de esas enfermedades siguiendo este método.

Cuando se dispone de ellas, el uso de variedades inmunes o resistentes es un modo eficaz de prevenir pérdidas causadas por enfermedades virosas. También se pueden evitar las pérdidas realizando los cultivos en zonas donde no haya enfermedades virosas graves o donde la actividad del vector se encuentre muy disminuida.

Se han buscado medios para curar a las plantas afectadas por enfermedades virosas tratándolas por el calor o por productos químicos administrados alternativamente. A menudo se pueden matar los virus exponiéndolos a altas temperaturas toleradas por los tejidos de las plantas enfermas. La curación por medio del calor tiene un valor práctico para eliminar los virus del sereh y del veteado clorótico en los trozos de caña de azúcar que sirven para semilla. Para los frutales de hueso se ha sugerido un tratamiento por medio del calor para la enfermedad X y el amarilleo del durazno, pero aún no se ha usado prácticamente. Su valor está primordialmente en proporcionar material libre de enfermedades para las plantaciones.

Un tratamiento químico práctico para inactivar los virus de las plantas, que se pueda usar en las condiciones que ofrece el campo, sería una bendición para los agricultores de todas partes.

La propagación de los virus de las plantas también se puede evitar o retardar por métodos que eliminan o reducen al insecto transmisor por debajo de los niveles críticos de transmisión. El problema no es sencillo. Los tratamientos deben ser excepcionalmente eficaces, máxime que cuando los daños directos causados por los insectos es lo único que interesa. Una población ligera de insectos transmisores es capaz de infectar otras muchas plantas cuando se encuentran a la mano abundantes fuentes de virus, o de iniciar un nuevo brote de la enfermedad. La presencia de transmisores en gran número y ampliamente distribuidos, con ciclos estacionales diferentes, complica más aún el problema. Como los insectos pueden llegar constantemente de zonas no tratadas, algunas de ellas ya infectadas, puede ser necesaria una protección continua en toda la estación de crecimiento cuando se usan insecticidas. A pesar de estas dificultades, se han realizado algunos progresos.

Se han obtenido algunos beneficios con métodos para reducir el número de insectos transmisores o para prevenir o evitar su actividad sin el uso de insecticidas. A menudo es beneficiosa la eliminación de las plantas huéspedes de los insectos transmisores. Una tela de tejido basto especial sostenida por postes y alambres no deja pasar a las chicharritas que transmiten la infección del amarilleo a los aster chinos.

Las enfermedades virosas de la patata se han contenido mucho usando semilla cultivada en zonas aisladas o en lugares donde apenas existen los vectores áfidos. En esas condiciones son relativamente pocas las patatas infectadas, y los trozos usados para semilla producen una alta proporción de plantas sanas. Las regiones septentrionales o con altitudes elevadas, con temperaturas frías y con vientos casi constantes son las mejores para producir semilla de patata, ya que esas condiciones no son favorables para el desarrollo ni el vuelo del áfido. La escarda frecuente y las aplicaciones de insecticidas ayudan a mantener en buenas condiciones los campos para semilla. Procedimientos análogos se usan en Inglaterra para producir y conservar semillas sanas de fresa, y pueden también ser prácticos en los Estados Unidos para los lirios, los gladiolos y otras plantas de importancia económica.

Se han realizado muchos experimentos para determinar la utilidad de los insecticidas para controlar a los transmisores de enfermedades virosas de las plantas. Los materiales de que se disponía antes de 1940 raras veces eran suficientemente eficaces. La situación ha mejorado con el descubrimiento de nuevos insecticidas, como, por ejemplo, el DDT.

Las aplicaciones de insecticidas a los campos de cultivo pueden ser lo mejor para controlar las enfermedades virosas si las enfermedades son difundidas únicamente dentro del campo cultivado por insectos transmisores que se desarrollan en el sembrado. Los insecticidas residuales pueden tener algún valor para reducir la propagación de las enfermedades causadas por transmisores que vienen de fuentes situadas fuera del sembradío. Para que sea eficaz, el insecticida debe matar con suficiente rapidez para destruir a los insectos antes de que éstos puedan comer mucho. También debe permanecer tóxico para los invasores posteriores durante varios días o hasta que se haga la siguiente aplicación del mismo. La aplicación de insecticidas en zonas donde se cría el vector, para destruir los insectos antes de que invadan los campos cultivados, puede tener valor en ciertos casos.

El DDT ha sido el más útil de los insecticidas para controlar los insectos transmisores de enfermedades virosas de las plantas. Es eficaz para combatir casi todas las chicharritas y destruye algunos de los áfidos transmisores más importantes. Actualmente se aplica casi universalmente a los campos de patatas para eliminar los áfidos. Las aplicaciones reducen mucho el número de áfidos ápteros y a los áfidos alados migratorios de verano que se desarrollan, y la propagación del encarrujamiento de la hoja de la patata es en la actualidad mucho menor que en años anteriores. El amarilleo del aster se ha reducido casi en el 90 por ciento en los campos de lechuga, tanto en Nueva York como en Maryland, debido a las aplicaciones de DDT, que destruye a la chicharrita de seis manchas, el agente transmisor más importante de la enfermedad. Los residuos del DDT son también eficaces contra las chicharritas que entran diariamente en los campos de lechugas. Se han dado buenos informes de los resultados obtenidos con el uso del DDT para controlar el amarilleo del aster en las zanahorias.

El DDT se ha estudiado en los Estados del Oeste para determinar su utilidad en la prevención de las infecciones virosas que causan el encarrujamiento de la hoja en la remolacha azucarera, en los tomates y en los frijoles. El DDT reduce el número de chicharritas de la remolacha y tiene una toxicidad residual bastante buena, pero no evita que la chicharrita se alimente en los campos que reinfesta. Por esta razón, la incidencia de la enfermedad en los tomates no puede reducirse apreciablemente con el uso del DDT si se presenta la reinfestación. En los campos donde ésta no se presenta puede dar buenos resultados una sola aplicación. El control con insecticidas de las chicharritas sobre la maleza que les sirve de huésped en tierras ociosas e incultas, las cuales las suministran en gran número a las zonas cultivadas, se ha empleado en California para combatir un grave problema de encarrujamiento de la hoja. También en Idaho se han realizado experimentos con este método. Cuando se emprende el control de la chicharrita en sus lugares de crianza es conveniente eliminar las plantas huéspedes de los insectos con toda la rapidez posible y reemplazarlas con plantas donde la chicharrita no cría, por ejemplo, hierbas o pasto.

Los primeros resultados de los experimentos sugieren que el DDT puede tener un efecto apreciable sobre los insectos transmisores de la enfermedad del durazno falso y que es posible retardar su propagación con DDT, pero queda mucho por hacer respecto de este problema antes de que puedan darse indicaciones prácticas para el uso del DDT con ese objeto.

Los insecticidas sistemáticos, que invaden completamente la planta después

de haber sido absorbidos a través de las raíces o las hojas, son tóxicos para los áfidos que se alimentan de las plantas tratadas. La propagación del amarilleo en las remolachas y de otras enfermedades virosas en las fresas, transmitidas todas por áfidos, se dice que ha disminuido mucho con el uso de insecticidas sistemáticos en granjas de Inglaterra. Los estudios realizados en los Estados Unidos indican que el método tiene posibilidades para los virus transmitidos por áfidos que atacan plantas ornamentales como el lirio, el tulipán, el narciso y otras plantas que se cultivan en viveros. El método también puede ser factible para tratar cosechas alimenticias si el insecticida o sus productos de descomposición en la planta no son dañosos.



Larva del maíz de semilla.

En los invernaderos se evita con facilidad la difusión de los virus manteniendo un control estricto sobre los insectos. Son eficaces las fumigaciones con determinadas sustancias o los aerosoles con alguno de los nuevos insecticidas fosfatados orgánicos.

Los nuevos progresos para el control de las enfermedades virosas de las plantas por medio de insecticidas probablemente conducirán a otros. Con semejante arsenal de nuevos insecticidas, cuyo valor hay que determinar, y con el equipo nuevo para aplicarlos rápida y eficazmente, los entomólogos pueden hacer aportaciones aún mayores para controlar las enfermedades de las plantas que las que fueron posibles en el pasado.

Pero es esperar demasiado que el problema se resuelva completamente aun entonces. Se necesitará además la cooperación entre los agricultores en los programas de control, el interés constante por las medidas preventivas y la imposición de cuarentenas para evitar la propagación de los virus a nuevas localidades y la introducción de nuevas enfermedades virosas en los Estados Unidos.

L. D. CHRISTENSON *es entomólogo encargado de las investigaciones de la mosca oriental de la fruta en la Oficina de Entomología y Cuarentenas Vegetales, en Hawaii. Hizo importantes estudios sobre las relaciones de los insectos con las enfermedades de la caña de azúcar, algodón y las frutas de hueso.*

FLOYD F. SMITH, *entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal, dedicó 28 años al estudio de los insectos que atacan a los invernaderos y a las plantas ornamentales. En 1947 la Sociedad de Floricultores Norteamericanos le concedió un premio por sus importantes aportaciones a la floricultura.*

Los insectos, las bacterias y los hongos

J. G. Leach

ALGUNOS INSECTOS causan grandes daños contribuyendo a la propagación y desarrollo de las enfermedades de las plantas.

El primer insecto que se probó por medios experimentales, que es un vector

de enfermedades de las plantas, fue la abeja melífera, que todo el mundo considera benéfica; nadie hubiera pensado en sospechar eso de uno de los mejores amigos del hombre.

Los experimentos que señalaron a la abeja melífera fueron un hito en la ciencia agrícola. Durante muchos años los daños hechos a las plantas por insectos se estimaban únicamente en relación con los daños directos resultantes de su alimentación y multiplicación sobre ellas.

En 1891 M. B. Waite, empleado del Departamento de Agricultura, descubrió y probó experimentalmente que la abeja melífera se contamina con la bacteria que causa el añublo de fuego mientras visita las flores del manzano y de la pera en busca de néctar y que transmite la enfermedad de flor a flor y de árbol a árbol.

Esta fue una idea nueva, que tanto los patólogos de los vegetales como los entomólogos tardaron en admitir. La importancia reconocida de la abeja melífera en la polinización de las flores de las plantas y la producción de miel indujeron a muchos renuentes a creer que fuera culpable de transmitir una enfermedad.

Todo esto contribuyó a desalentar a Waite, pero su trabajo fue confirmado por J. C. Arthur, que trabajaba en la Estación Experimental de Nueva York en Ginebra. No tardaron los patólogos de los vegetales y los entomólogos en sospechar de otros insectos como transmisores de enfermedades de las plantas.

Algunos años después Erwin S. Smith, otro trabajador del Departamento de Agricultura, y sus asociados notificaron que una marchitez bacteriana destructora del pepino y de los melones era transmitida por dos especies de escarabajos del pepino. Trabajos posteriores demostraron que la bacteria que causa la enfermedad sobrevive al invierno en los cuerpos de los insectos y que, en la naturaleza, la enfermedad depende por completo de los insectos tanto para sobrevivir al invierno como para propagarse de planta en planta durante el verano. Una relación análoga existe entre el marchitamiento bacteriano del maíz dulce y dos especies de escarabajos saltadores.

El cornezuelo del centeno y cereales y hierbas emparentados con él fueron quizá las primeras enfermedades fungosas que se supo que eran transmitidas por insectos. El hongo afecta a las flores jóvenes y reemplaza a la semilla normal con una masa dura y negra llamada esclerocio. En las primeras fases de la infección floral el hongo secreta un fluido dulzón en el que se producen masas de esporas. El fluido tiene un olor desagradable que atrae a las moscas. Cuando las moscas se alimentan de la solución dulzona se contaminan externa e internamente con las esporas del cornezuelo. Algunas moscas se alimentan también con granos de polen de flores sanas y depositan en ellas las esporas de cornezuelo, propagando así la enfermedad de una planta a otra. En este caso existe una relación mutuamente beneficiosa entre el hongo y su insecto vector. Las moscas encuentran alimento en el fluido azucarado. En recompensa por el alimento, la mosca transmite las esporas del hongo de una flor a otra y permite al hongo sobrevivir. Una asociación de este tipo se llama simbiosis mutualista.

Simbiosis mutualistas parecidas se encuentran en otros casos de transmisión por insectos. El gusano de la semilla del maíz y otros insectos dípteros transmiten la bacteria de la pudrición blanda que afecta a muchas hortalizas. Las moscas ponen sus huevos en el suelo cerca de tejido vegetal o directamente sobre el tejido. Cuando los huevos hacen eclosión, los gusanos jóvenes se meten en los tejidos de la planta llevando consigo la bacteria de la pudrición blanda. Las larvas no crecen y se desarrollan normalmente en tejidos de plantas estériles, pero crecen rápidamente cuando los tejidos se descomponen debido a la bacteria. Así, las bacterias son esenciales para el desarrollo normal del insecto. Las bacterias también pueden proporcionar vitaminas esenciales para el insecto y ayudan

a la digestión de los tejidos de la planta. Las bacterias de la pudrición blanda son parásitos de las heridas y no penetran en los tejidos de la planta dañada. Los insectos hacen las heridas que son necesarias. Las bacterias, en recompensa, proporcionan las vitaminas precisas y ayudan a los insectos a alimentarse de la planta. En esta forma, tanto la bacteria como el insecto se benefician de esta asociación.

Como las larvas jóvenes se encontrarían desamparadas sin las bacterias, que pueden o no encontrar en el suelo, el insecto asegura su presencia, cuando las necesita, hospedándolas en el interior de su cuerpo. Las bacterias viven dentro del ducto intestinal del insecto en todas las fases de su metamorfosis. Los huevos recién depositados están, por lo general, contaminados. El insecto lleva con él en todo tiempo un cultivo de bacterias que son esenciales para la alimentación de las larvas jóvenes. Es evidente que la transmisión de las enfermedades de las plantas por insectos no es con frecuencia simple cuestión de azar, sino que es una complicada asociación que se ha producido en el transcurso de un largo lapso de tiempo.

El tizón de fuego es una enfermedad bacteriana de los frutales de huerto, principalmente de los perales y de los manzanos. Afecta preferentemente a las flores y a los retoños tiernos. También puede producir cancros destructores en el tronco y en las ramas gruesas. Es causado por bacterias que pasan el invierno en la corteza, alrededor de los cancros. En primavera los bordes de los cancros infectados exudan savia. Un examen microscópico de la savia revela que está llena de bacterias del tizón del fuego. Los insectos, principalmente las hormigas y las moscas, se alimentan de las exudaciones y después visitan las flores en busca del néctar. Así, se introducen bacterias en el néctar, del cual pasan a las flores, produciendo la etapa del tizón floral de la enfermedad. Las abejas, las avispas y otros insectos que visitan las flores en busca de néctar o polen propagan las bacterias de una flor a otra y de un árbol a otro.

Poco después de haber enfermado las flores del tizón los retoños jóvenes y tiernos se infectan, toman un color negro o café y se marchitan. Los árboles muy infectados parece que los ha chamuscado el fuego; de aquí el nombre de tizón de fuego. Los retoños son inoculados con las bacterias por insectos chupadores, entre ellos varias especies de áfidos y chicharritas. Estos insectos se contaminan por alimentarse de tejidos infectados o caminar sobre ellos. Después, cuando los insectos contaminados pican las ramitas sanas con sus punzantes partes bucales, las bacterias son introducidas en los tejidos y la ramita queda inoculada.

Las bacterias del tizón de fuego también pueden ser diseminadas por los vientos que soplan con lluvia y por las herramientas para podar. Cualquiera que sea la importancia relativa de los diferentes métodos de difusión, todo el mundo está de acuerdo en que la enfermedad sería mucho menos seria si se pudiera eliminar su propagación por insectos.

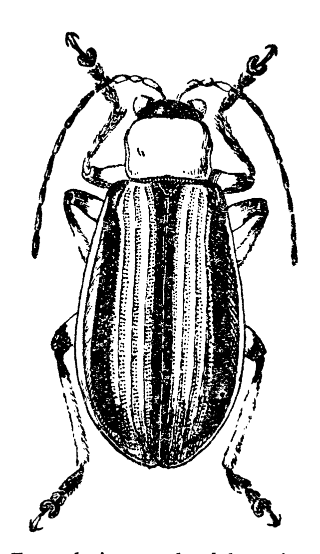
El marchitamiento bacteriano de las cucurbitáceas daña a los pepinos, los melones y las calabazas en el Norte y en el Este. Las bacterias que causan la enfermedad se encuentran en los vasos conductores de agua de las plantas, en los cuales forman masas blancas y pegajosas e impiden el paso normal del agua de la raíz a las hojas. Las plantas afectadas se marchitan como si sufrieran de sequía y por lo general mueren antes que la fruta madure.

Las bacterias pueden entrar en la planta únicamente a través de las heridas que producen al comer dos especies de escarabajos del pepino, el escarabajo listado del pepino y el escarabajo manchado del pepino. Las bacterias pasan el invierno en los cuerpos de los escarabajos y son introducidas en las heridas por las partes bucales de éstos. No todos los escarabajos se contaminan con las bacterias, pero todo escarabajo que se alimente con plantas enfermas es probable

que se contamine. Los escarabajos invernan en la etapa adulta, y algunos años un porcentaje relativamente grande de escarabajos que han invernado albergan bacterias. Estos escarabajos pueden transmitir la enfermedad a cualquier planta susceptible de la cual se alimenten en la primavera.

No se conoce ningún otro método de infección, o de supervivencia, que acontezca en la naturaleza. La única forma para controlar la enfermedad es evitar que los escarabajos se alimenten de las plantas. La única forma satisfactoria de proteger las plantas es cultivarlas bajo cubiertas a prueba de insectos. Algunos insecticidas orgánicos, como el metoxicloro, han dado resultado contra los escarabajos y quizá sean un medio más práctico de controlar el marchitamiento bacteriano.

La pudrición blanda bacteriana de las legumbres es causada por varias razas de bacterias emparentadas entre sí. Afecta a gran variedad de plantas, incluyendo la mayoría de plantas con tejidos suculentos que no tienen reacción muy ácida. Las bacterias son estrictamente parásitos de las heridas y por lo general no penetran en los tejidos no heridos. Una planta herida normalmente procura cerrar la herida produciendo una capa de células de corcho que evitan la infección. Si las condiciones no son favorables para formar el corcho, las bacterias pueden producir la infección y causar la pudrición antes de que la herida quede cerrada por completo. Las bacterias de la pudrición blanda se encuentran en la mayoría de los suelos agrícolas. Por este motivo, cualquier herida en tejidos susceptibles es un punto potencial de infección para la pudrición blanda. Si la herida cierra con suficiente rapidez, la infección no se presenta, pero si algo impide la formación del tapón en la herida es muy probable que se presente la infección. Por esta razón es práctica común en muchas zonas productoras de patata almacenar los trozos de semilla en condiciones que permitan la cicatrización o suberización de las superficies cortadas.



Escarabajo rayado del pepino.

Las heridas hechas por insectos en las plantas o en las hojas que se encuentran próximas al suelo son puntos comunes de infección. Entre los insectos más eficaces para hacer las heridas se encuentran los dípteros, como el gusano del maíz, el gusano de la col y el gusano de la cebolla, que viven en simbiosis mutualistas con las bacterias, a las que albergan en sus cuerpos. Cuando los gusanos se introducen en los tejidos de la planta, por lo general introducen en ellos las bacterias. Además, los gusanos, debido al taladramiento continuo en los tejidos, impiden que sane la herida, o perforan la capa de corcho cada vez que se forma.

Como los insectos viven en los tejidos de plantas en descomposición, se les solía considerar como insectos inofensivos, que se presentaban únicamente cuando los tejidos de las plantas ya estaban en descomposición. Pero en realidad los insectos, al transmitir las bacterias de la pudrición blanda y hacer la herida necesaria, inoculan la planta, produciendo en esta forma los tejidos descompuestos que necesita.

El marchitamiento bacteriano del maíz dulce fue una enfermedad muy destructora por mucho tiempo, pero los nuevos híbridos resistentes al marchitamiento han reducido su importancia. Puede matar variedades susceptibles en cualquier etapa de su desarrollo. Las bacterias se encuentran principalmente en los haces vasculares, a través de los cuales se propagan a toda la planta. En

algunas ocasiones, cuando la planta no muere sino hasta que se forma la mazorca, las bacterias pueden invadir a los granos en formación y penetrar debajo de su cubierta. Las gentes creían hace algún tiempo que la enfermedad se transmitía por las semillas. Ahora sabemos que, aunque las bacterias están presentes debajo de la cubierta de la semilla, la enfermedad no se desarrolla a menos que se hagan heridas a la planta joven. Estas heridas, a través de las cuales las bacterias pueden infectar a la planta, las hacen principalmente las larvas del escarabajo manchado del pepino, llamado comúnmente gusano del sur de la raíz del maíz, cuando se le encuentra en el maíz.

Un medio más común de transmisión de la enfermedad lo practican dos especies de escarabajos pulgas, negros y pequeños: el escarabajo pulga dentado y el escarabajo pulga del maíz. Se alimentan de las hojas del maíz y causan heridas en las que introducen las bacterias. Por lo general estos escarabajos cogen las bacterias cuando se alimentan de hojas de plantas enfermas. Las bacterias pueden pasar el invierno dentro del cuerpo de los escarabajos adultos, a los que se debe la primera infección cada año, así como la propagación secundaria durante el verano.

Entre las enfermedades fungosas que transmiten insectos se encuentra la enfermedad holandesa del olmo y la mancha azul de las coníferas, que son transmitidas casi en su totalidad por los barrenadores de la corteza.

Otro grupo de enfermedades fungosas transmitidas por insectos son las que destruyen el fruto de la higuera. Las más frecuentes son la endosepsia, el tizón o ñublo y la acidez.

La endosepsia, o putrefacción interna, del higo cabrahigado es causada por un hongo que transmite la avispa del higo. La avispa se desarrolla exclusivamente en los higos. Es necesaria para la polinización y el desarrollo normal del higo. Pasa el invierno en el fruto de las "mamas" o última cosecha de verano. En los primeros días de primavera las avispas machos fertilizan a las hembras cuando se encuentran aún dentro del fruto. Entonces las hembras abandonan los frutos viejos de las "mamas" y entran en los jóvenes de la cosecha de primavera, o "profichi", y ponen sus huevos en los óvulos de las flores jóvenes que se encuentran dentro de los frutos verdes. Los huevos hacen eclosión dando lugar a una nueva cría de avispas, cuyas hembras emergen y entran en los frutos de la cosecha de verano, o "mammoni", para ovipositar. Cuando abandonan la fruta "profichi" se frotan contra las flores estaminadas que se encuentran alrededor del "ojo", cubriéndose de polen. El polen es llevado a la fruta "mammoni" y fertiliza a las florecillas en desarrollo. Los insectos no pueden ovipositar en las frutas "mammoni" debido a que los estilos de sus flores son demasiado largos. En esta forma, aunque la fruta "mammoni" se fertiliza eficazmente y se desarrolla normalmente los insectos no se desarrollan. Los frutos de la cosecha "mammoni" constituyen los higos comestibles que se encuentran en el comercio.

Los insectos hembras que transportan el polen de las flores "profichi" a las flores "mammoni" pueden transportar también las esporas del hongo que causa la putrefacción interna. El hongo forma numerosas esporas en las frutas "mamas" y "profichi" infectadas. Las esporas se adhieren al cuerpo de la avispa del higo con la misma facilidad que los granos de polen. Sin la ayuda de la avispa, muy pocas esporas, o quizá ninguna, encontrarían su camino para entrar en la fruta a través del "ojo" por el que entra la avispa. Se han obtenido algunos éxitos en el control de la enfermedad colectando las frutas "mammae" y desinfectándolas por dentro para destruir las esporas del hongo antes de que salgan los insectos. Cuando los insectos salen de los frutos desinfectados se recogen en tubos de vidrio y después se liberan en los huertos, donde entran en los frutos "propichi" libres de esporas de los hongos. Esto asegura una cosecha "profichi" sana, de suerte

que las avispas, al dejar los frutos "profichi" y entrar en los frutos "mammoni" no están contaminadas con esporas del hongo.

La acidez de los hongos principia como una fermentación de la savia azucarada del fruto maduro ocasionada por varias especies de levadura. Después la fruta se descompone por la acción de hongos y bacterias secundarias. Tanto el higo común (que no requiere polinización por insectos) como el higo caprificado se afectan, pero la enfermedad es más frecuente en el higo común. Dos insectos introducen por el "ojo" de la fruta del higo las levaduras, el escarabajo de las frutas secas y las moscas del vinagre o del bagazo, que entran en busca de alimento. Parece que las levaduras están asociadas constantemente, externa e internamente, con los insectos. Debido a que las levaduras también crecen sobre otras muchas clases de frutas dañadas y los insectos se alimentan de ellas, el control de la acidez depende principalmente de la destrucción de las frutas estropeadas en que crían los insectos y los hongos.

El tizón de los higos no es en realidad un tizón, sino un moho. Es causado por una clase de moho negro común que crece en todas las clases de frutas dañadas. El hongo produce esporas en una masa negra parecida al tizón. Algunas esporas son introducidas en los frutos sanos de la higuera a través de los "ojos" por los mismos insectos que transportan las levaduras que causan la acidez. Las medidas de control para el tizón, así como también para la acidez, se basan en el saneamiento y control de los insectos, destruyendo la fruta podrida en que se crían.

SE LLAMA ESTIGMATOMICOSIS un tipo de daño que sufren las plantas y que hace mucho tiempo se sabe que está asociado con las picaduras que hacen varias clases de chinches verdaderas para alimentarse. Durante muchos años el daño se atribuyó a los supuestos efectos tóxicos de las secreciones salivales de los insectos. En realidad lo causan los hongos introducidos en los tejidos de las plantas por los insectos al alimentarse.

El papel de los hongos en la estigmatomicosis se descubrió en un estudio de las chinches denominadas manchadoras del algodón (Pyrrhocoridae), que se alimentan de las cápsulas del algodón. Las chinches pican las cápsulas con sus punzantes partes bucales. Las fibras del algodón que se encuentran debajo de cada picadura se manchan y se enmarañan, formando una masa dura de fibras inservibles. Las manchas de las fibras las causan varias especies de un hongo parecido a la levadura que se introducen en los picos de las chinches cuando éstas se alimentan de las cápsulas del algodón. Dichas manchas se encuentran solamente en las cápsulas que han sido picadas por las chinches, y todo parece indicar que la enfermedad depende por completo de las picaduras de las chinches en las cápsulas. Los hongos no se encuentran asociados constantemente con las chinches, pero éstas los cogen cuando se alimentan de plantas enfermas. Cuando chinches no contaminadas se alimentan sobre las cápsulas del algodón, la fibra no se mancha y el daño causado es poco. Pero una vez que la chinche se ha contaminado, aparentemente continúa contaminada por el resto de su vida e introduce el hongo en cada picadura que hace para alimentarse.

Relaciones parecidas existen entre otras chinches y hongos similares en otros cultivos. Por ejemplo, la chinche hedionda verde transmite el hongo que causa la destructora mancha de levadura de los frijoles lima. La mancha de la pepita de la pacana, que mucho tiempo se creyó causada por el daño mecánico y sustancias tóxicas asociadas a la alimentación de una chinche hedionda, ahora se sabe que es causada por un hongo que transmite la chinche.

EN LA MAYOR PARTE de mis ejemplos de transmisión por insectos, éstos hacen la herida por la cual penetran en la planta las bacterias y los hongos y

transportan también el microorganismo de una planta a otra. En algunos casos el insecto no es tan importante como transmisor de las esporas de un hongo, pero puede hacer heridas por las que entran las esporas, llevadas por el viento.

Este parece ser que es el caso en la asociación entre la putrefacción parda de los duraznos y los ciruelos y el rincóforo de la ciruela. Se había observado por mucho tiempo una relación entre el rincóforo y la putrefacción parda de los duraznos y de los ciruelos, pero la importancia de la relación no se conoció completamente hasta que se pusieron en uso los insecticidas orgánicos con el hexacloruro de benceno y el paratión y se tuvo un control efectivo del rincóforo o gorgojo del ciruelo.

En los huertos donde el gorgojo se controla eficazmente se encuentra mucho menos putrefacción parda que donde no es controlado. No hay pruebas de que el rincóforo sea un factor importante en la diseminación de las esporas de la putrefacción parda, que el viento transporta fácilmente. Pero los insectos influyen en el desarrollo de la putrefacción parda por las heridas que hacen a los duraznos y los ciruelos verdes, por las que las esporas, transportadas por el viento, producen la infección. Si la piel de las frutas no tiene heridas es difícil que el hongo las infecte, pero éste crece fácilmente en las picaduras hechas por el rincóforo. Las esporas formadas en las frutas verdes heridas proporcionan una fuente abundante de infección para el fruto que madura en la última parte de la estación.

El método lógico de control de las enfermedades transmitidas por insectos es controlar los insectos vectores. Pero esto no siempre ha dado resultado, debido a que nuestros mejores métodos para el control de los insectos no eran suficientemente buenos. Muchas medidas para controlar los insectos han reducido las pérdidas por los daños directos debido a la alimentación de los insectos, pero ha permitido que sobrevivan suficientes insectos para transmitir la enfermedad. El DDT, el lindano, el paratión, el metoxicloro y otros nuevos insecticidas orgánicos han dado un control más completo, suficientemente bueno para darnos la idea de que el posible control de todas las enfermedades transmitidas por insectos debiera ser reconsiderado desde el punto de vista de un control mejor del insecto vector.

Además, cuando no ha sido posible controlar eficazmente a un insecto ha sido difícil determinar exactamente hasta dónde éste es responsable de la transmisión de la enfermedad. Con el uso de insecticidas más eficaces para controlar de un modo más completo los insectos vectores conocidos o sospechosos de tales, se ha tenido una medida más exacta de la importancia de la transmisión por insectos de muchas enfermedades de las plantas.

También existe una relación entre los insectos y los hongos de la roya. Muchos de estos hongos, como la destructora roya negra del tallo de los cereales, se reproducen sexualmente y producen estructuras que tienen funciones comparables con los órganos masculinos y femeninos de las plantas fanerógamas. Para completar el ciclo de vida, la célula macho debe entrar en el órgano femenino para que tenga lugar la fertilización. Los hongos de la roya dependen grandemente de insectos para su proceso de "polinización".

En la roya negra del tallo del trigo el proceso tiene lugar en las hojas de las matas de agracejo *(Berberis vulgaris, B. Canadensis* y *B. fendleri)*, que es el otro huésped del hongo. Son de dos sexos que generalmente se designan + y −, debido a que no existen diferencias morfológicas que los identifiquen como machos y hembras. Cada espora produce una mancha en la hoja del agracejo, en la que se forman estructuras de figura de botella llamadas picnidios. Cada picnidio produce miles de esporas pequeñas (picniosporas) y numerosas hifas cortas. Si el picnidio se originó en una espora +, los núcleos de las picnidiosporas

y las hifas son del sexo +. Los que proceden de esporas − tienen núcleos del sexo −.

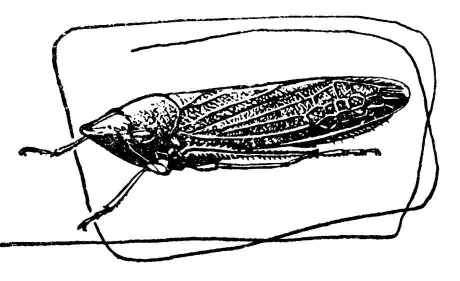
Las esporas funcionan como gametos comparables al polen de las plantas superiores. La hifa del hongo corresponde en su función a los estigmas y se llaman hifas receptivas. Si una picnidiospora entra en contacto con una hifa receptiva de sexo opuesto, germina y se fusiona con una célula de la hifa receptiva. El núcleo de la espora se introduce en la célula de la hifa receptiva y se asocia con el núcleolo del sexo opuesto y finalmente se fusiona en él, efectuando en esta forma la fertilización. Los picnidios son autoestériles; las esporas producidas en un picnidio + no se fusionan con la hifa receptiva del mismo picnidio o de otros picnidios del mismo sexo. Tienen que ser transportadas a una hifa receptiva de sexo opuesto para que se realice la fertilización.

Los picnidios son producidos en la parte superior de las hojas del agracejo en una mancha amarilla brillante, y las esporas y las hifas están cubiertas por una gota de solución azucarada fragante. Las moscas y otros insectos son atraídos a las hojas infectadas del agracejo por el color brillante de las hojas y por la solución, de la que se alimentan. Al alimentarse de esta solución y al ir de una mancha a otra, los insectos transfieren esporas de los picnidios + a los picnidios —, y viceversa, asegurando de este modo la polinización del hongo.

La reproducción sexual a menudo tiene por resultado la hibridación entre diferentes razas de royas, lo que tiene por consecuencia la producción de nuevas razas, algunas de las cuales atacan nuevas variedades de trigo que se han cultivado como resistentes a la roya. En esta forma, los insectos, ayudados por el agracejo, crían nuevas variedades de roya casi tan aprisa como los criadores de plantas forman nuevas variedades de trigo.

J. G. LEACH *fue jefe del Departamento de Patología y Bacteriología Vegetales en la Universidad de West Virginia desde 1938, y es autor de un libro titulado* Insect Transmission of Plant Diseases. *Fue presidente de la Sociedad Norteamericana de Fitopatología.*

Naturaleza de insecticidas



¿Pueden erradicarse los insectos?

Clay Lyle

SABEMOS QUE LOS INSECTOS han sobrevivido durante 250 millones de años y que están dotados de mecanismos maravillosos por los que podrán sobrevivir muchos años más. Sabemos también que ninguna especie de insectos ha desaparecido de la superficic de la Tierra debido a las actividades del hombre, como desaparecieron la dronta, la paloma migratoria y algunos otros animales. Sin embargo, contesto con un *sí* sin limitaciones a la pregunta: ¿Pueden erradicarse los insectos?

Es posible acabar con los insectos destructores y es conveniente hacerlo. Cuando los insectos emigran por primera vez a una nueva localidad debieran ser destruidos mientras su número es pequeño, aun a un costo de grandes gastos, para que no continúen difundiéndose y causen pérdidas a los agricultores año tras año.

Algunos insectos han sido erradicados de zonas tan extensas, que podría ser factible el exterminio completo de sus especies en todo el mundo. Es verdad, sin embargo, que el clima, los enemigos naturales, el abastecimiento de alimento y algunos otros factores que afectan cualquier especie varían tanto en el mundo, que la erradicación podría realizarse en un país y en otro ser imposible o no tener importancia.

Tres insectos y una babosa que llegaron a establecerse firmemente en los Estados Unidos fueron erradicados y no se sabe que existieran dentro de nuestros límites continentales en 1952.

La mosca mediterránea de la fruta fue exterminada en zonas de 20 Condados en Florida en un año aproximadamente, ejemplo notable de erradicación.

La escama parlatoria del dátil fue destruida en varios lugares de Arizona, California y Texas.

La mosca negra de los cítricos fue expulsada de Key West, Florida, aunque se han expresado temores de una reinfestación de los Estados Unidos desde México.

El caracol blanco de los jardines ha sido erradicado de varios Condados en la parte sur de California.

Algunas otras plagas han sido exterminadas dentro de zonas definidas, aunque todavía existen en otras partes de los Estados Unidos o aun en las mismas zonas después de una reinfestación procedente de fuentes exteriores. Entre ellas se encuentran:

El gusano rosado del algodón, de la parte norte de Florida, Georgia, y gran-

des zonas de Texas, Nuevo México, Arizona y Louisiana, algunas de las cuales han sido reinfestadas desde México.

El gorgojo del camote, de zonas de varios Estados del Sur, que se han reinfestado.

La palomilla leonada, completamente en Pennsylvania y Nueva Jersey y muy reducida en algunos Estados del Este.

La hormiga argentina, de varias poblaciones de Mississippi.

La mosca blanca de los cítricos, de 16 Condados de California; después de 1942 aparecieron nuevas infestaciones en dos Condados, pero fueron erradicadas en 1950.

La escama oscura, de los Condados de Los Ángeles y San Francisco, California.

La garrapata del ganado vacuno, prácticamente erradicada de los Estados Unidos después de una lucha de más de 50 años. Antes de 1900 ya se conocían métodos eficaces de erradicación, pero no pudieron emplearse con éxito hasta que los agricultores del Sur no se dieron cuenta de la importancia de la producción de ganado. La garrapata transmite el protozoario que causa la fiebre de Texas.

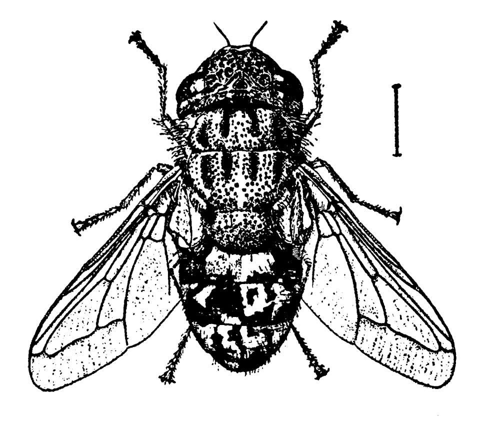
Los esfuerzos para erradicar a los insectos en otros países han tenido éxito en algunos casos.

El escarabajo de la patata apareció por primera vez en Europa, en Alemania, en 1877. Se encontró de nuevo en 1887, en 1914 y en 1934. Cada vez que hizo su aparición fue erradicado inmediatamente, pero Alemania, Bélgica, Holanda y Suiza se han infestado debido a su propagación desde Francia, donde se encontró por primera vez en 1922. Las infestaciones de Inglaterra en 1901 y 1933 se detuvieron inmediatamente. Aún se producen reinfestaciones en Inglaterra cuando el escarabajo se propaga por el continente europeo.

El peligroso mosquito africano *(Anopheles gambidae)*, que causó 20,000 muertes en Brasil en 1938 y 130,000 en Egipto en 1943, por la transmisión de la malaria, aparentemente fue erradicado del Brasil en 1940 y de Egipto a fines de 1945. La fundación Rockefeller ayudó a los gobiernos de los dos países en ese trabajo. Grandes zonas del Brasil también han sido libradas del mosquito de la fiebre amarilla.

La enfermedad del sueño, en algunas partes de África, se está reduciendo mediante la erradicación de varias especies de moscas tsetsé *(Glossina* spp.) por métodos químicos y de cultivo.

La palomilla de cola parda ha sido erradicada de Nueva Escocia y Nueva Brunswick; la palomilla leonada, de la parte sur de Quebec y Nueva Brunswick; la palomilla de la manzana, de la parte oeste de Australia, y dos especies de gusanos del ganado vacuno (el gusano del ganado vacuno del Norte y el gusano común del ganado vacuno), de la Isla Clare, Irlanda.



Mosca estro de los carneros.

Muchos de los ejemplos anteriores de erradicación ocurrieron antes de la invención de los insecticidas y equipos nuevos. Algunas otras plagas, sin duda, pudieron haber sido barridas, pero las medidas necesarias podrían haberse tomado como intervenciones en los

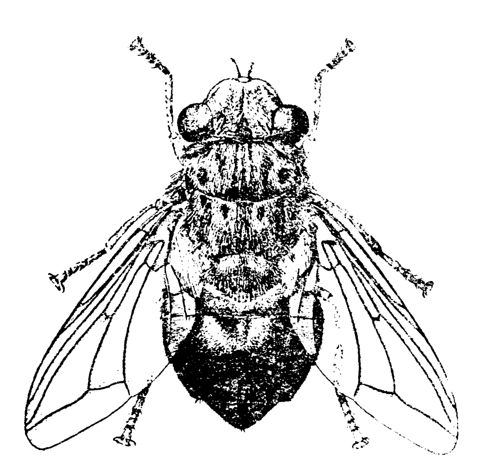
derechos del individuo. Por ejemplo, los piojos del hombre podrían erradicarse fácilmente en este país, pero hubiera sido necesario un examen físico obligatorio en toda la nación para encontrar a las pocas personas infestadas. El gorgojo del algodón, que ha causado anualmente daños al algodón por millones de dólares, podría erradicarse rápidamente estableciendo una serie de zonas a lo largo de los Estados algodoneros en que no se cultivara el algodón por algún tiempo. Los ajustes con las granjas y las pérdidas de utilidad por un solo año para las despepitadoras, los molinos de aceite y otros serían causa de que cualquier Estado se abstuviera de adoptar la legislación necesaria.

Si examinamos de nuevo los problemas de los insectos en los Estados Unidos y tomamos en consideración el valor de los compuestos químicos y de las máquinas nuevas, muy probablemente estaríamos de acuerdo sobre la practicabilidad de una campaña en grande escala contra otras plagas, especialmente contra las que atacan al ganado.

Unas de las primeras serían las dos especies de gusanos del ganado vacuno, que causan una pérdida anual estimada en los Estados Unidos de 100 a 300 millones de dólares. La erradicación de ambas de la Isla Clare por el lento y doloroso método de sacar a los gusanos de los animales estrujándolos con las manos, muestra que el tratamiento químico actual, cómodo y barato, podría usarse de un modo efectivo para la erradicación si el público lo pidiese.

Cualquier comunidad que acometa la erradicación de los gusanos del ganado vacuno puede muy bien incluir en el programa el piojo del ganado vacuno; el costo de eliminar los dos grupos de plagas podría ser un poco más que el costo para una sola. Los piojos del ganado vacuno casi se desconocían en algunas partes del Sur durante el programa obligatorio de erradicación de la garrapata, y parece cierto que los métodos presentes para el control de los piojos darían por resultado la rápida erradicación en cualquier zona que la emprenda.

Los gusanos tornillo de ordinario no pasan del invierno al norte de Florida y en el extremo sur de Texas, pero aparecen mucho más al norte en los inviernos benignos. De esas zonas se difunden hacia el Norte en cada estación. Si se suprimieran en la Florida durante un invierno frío, todos los Estados del Sur se verían libres de sus ataques. La erradicación parece muy posible técnicamente, en especial con los tratamientos perfeccionados que matan las moscas adultas y las larvas, pero la presencia de puercos salvajes y otros animales silvestres en zonas remotas haría más fácil la erradicación.



Mosca estro del hombre.

El control efectivo del rezno de la oveja, con una empapada de lisol en las narices, hace posible librarse de la plaga, debido a que éste pasa el invierno únicamente en las fosas nasales de la oveja. Las asociaciones de criadores de ovejas muy bien pueden pensar en un programa combinado para erradicar la garrapata y el estro de la oveja al mismo tiempo.

La disminución del número de caballos en las granjas de los Estados Unidos ha convertido la erradicación del estro del caballo, del estro de la nariz y del estro de la garganta en una simple cuestión de interés por acometerla. Los controles son efectivos y zonas enteras podrían limpiarse rápidamente en una campaña vigorosa.

La erradicación en cualquier Estado de las diversas plagas del ganado que he mencionado probablemente no sería demasiado difícil técnicamente, pero se perdería mucho de su valor si los programas no se acometieran sobre bases nacionales o continentales, porque algunas de las plagas volverían rápidamente a invadir las zonas desde otras no tratadas. Por tanto, sería necesario el esfuerzo concertado y simultáneo de los Estados para obtener los resultados deseados. Las pestes restringidas más o menos al cuerpo de sus huéspedes, como los piojos del ganado vacuno, el estro de la oveja y la garrapata de la oveja, pueden ser erradicados dentro de zonas limitadas y evitada su reintroducción imponiendo estrictas medidas cuarentenarias; pero creo que, aún así, sería más deseable tener un programa nacional.

Este es un reto a los entomólogos y a los agricultores. Ningún proyecto de erradicación puede tener éxito, por eficaces que sean los controles inventados por los entomólogos, sin la cooperación plena de los agricultores para iniciar y sostener la necesaria obligatoriedad de las leyes y los reglamentos y para cumplir las recomendaciones.

CLAY LYLE *es director de la Estación Agrícola Experimental de Mississippi y comenzó sus importantes trabajos entomológicos en 1920.*

Cómo se inventan los insecticidas

R. C. Roark

LOS NUEVOS INSECTICIDAS se inventan de dos maneras.

La primera, determinando la estructura de los principios activos de las plantas reconocidos como tóxicos para los insectos. Después se sintetizan los principios u otros compuestos estrechamente relacionados con ellos, uniéndolos de nuevo para formar un todo.

La segunda, probando compuestos de estructura conocida y de toxicidad desconocida sobre varias especies de insectos y seleccionando los que resultan eficaces.

El primer método principia con una sustancia de toxicidad conocida pero de estructura desconocida. El segundo principia con un compuesto de estructura conocida pero de valor tóxico desconocido.

Los principios insecticidas —partes o elementos— de plantas son de carácter complicado. Aun después de conocer sus fórmulas es casi imposible reconstruirlas; las fórmulas estructurales de la rotenona y del deguelín se conocen desde 1932, pero los químicos no saben cómo hacer su síntesis.

Un ejemplo del primer método es la síntesis de la anabasina. Para esto se utilizó como modelo la nicotina, compuesto de estructura conocida aislado de una planta.

El principio fundamental del insecticida del tabaco, la nicotina alcaloide líquida, 1-metil-2- (3-piridil) pirrolidina, mata muchas clases de insectos. Cuando en 1922 C. R. Smith emprendió una investigación sistemática para obtener nuevos insecticidas sintéticos en el Departamento de Agricultura, se volvió, como es natural, hacia la nicotina como primer modelo de compuestos que había que sintetizar o producir en el laboratorio. Su estructura se determinó hace medio

siglo, pero no se conoce ningún procedimiento comercialmente factible para hacerlo sintéticamente en gran escala. Entonces se prepararon muchos derivados de piridina y pirrolidina, los dos anillos de átomos de carbono y de nitrógeno que se encuentran en la molécula de nicotina. Los derivados se probaron sobre el áfido de la alubia, una especie muy susceptible a la nicotina, pero ninguno se acercó a la nicotina en eficacia insecticida.

Finalmente en 1928, Smith preparó por la acción de sodio sobre piridina el 2-(3-piridil) piperidina, compuesto que contiene el mismo número de átomos de carbono, hidrógeno y nitrógeno que la nicotina, pero dispuestos en forma diferente. Este isómero de la nicotina resultó aún más eficaz que la nicotina para matar los áfidos. Debido a su semejanza con la nicotina, Smith llamó al nuevo compuesto neonicotina. Poco después de haberse hecho pública su síntesis, químicos rusos encontraron el alcaloide en la *Anabasis aphylla,* una mala hierba perteneciente a la familia chual o pata de ganso, y lo llamaron anabasina.

Otro ejemplo es la síntesis del aletrín. Durante cerca de 30 años los químicos trataron de descubrir la naturaleza de los constituyentes insecticidas de las flores del piretro. Dos químicos suizos, H. Staudinger y L. Ruzicka, anunciaron en 1924 que dos compuestos de las flores del piretro que contienen carbono, hidrógeno y oxígeno eran los causantes del valor insecticida de las flores. Explicaron la estructura de los compuestos, llamados piretrina I y piretrina II, y describieron sus esfuerzos sin éxito para sintetizarlos. En el F. B. La Forge y sus colaboradores del Departamento de Agricultura volvieron a examinar el piretro en 1934 y descubrieron otros dos esteres insecticidas en las flores. Los llamaron cinerín I y cinerín II.

De los cuatro principios activos de las flores del piretro el cinerín I tiene la estructura más sencilla. Se tomó como patrón cuando se emprendió el trabajo de síntesis. Se hicieron compuestos estrechamente relacionados con el cinerín I. Uno de ellos, llamado homólogo alilo del cinerín I, resultó de igual eficacia que el compuesto natural para matar las moscas domésticas. Son necesarias unas doce operaciones para sintetizarlo. Se realizó la manufactura en gran escala del ester y en 1951 se usaron 5,000 kilos del mismo en bombas para aerosoles de gas líquido. Para evitar el nombre engorroso de "homólogo alilo del cinerín I", se acuñó el nombre de aletrín para el compuesto.

El aletrín es un líquido viscoso, ligeramente amarillo. Tiene un olor suave y agradable. Es insoluble en agua, pero se disuelve fácilmente en los solventes usados en las aspersiones para las moscas y en los Freonos 11 y 12, utilizados en las bombas para aerosoles. Es más estable que el extracto de piretro y está libre de la sustancia insoluble en el Freon presente en el producto natural. El aletrín fue probado por farmacólogos y lo han declarado tan inofensivo para el hombre como el piretro; el piretro se considera como el menos objetable de todos los insecticidas en cuanto a toxicidad para las personas. Sus innumerables propiedades deseables pueden significar un uso amplio del aletrín en bombas para aerosoles, aspersiones contra moscas e insecticidas para la agricultura. El descubrimiento del aletrín es una vindicación de la tesis de que es posible hallar insecticidas sintéticos que rivalicen con los componentes de las plantas insecticidas, pero esto sólo puede conseguirse cuando se conoce la estructura del insecticida de la planta.

Otro insecticida de origen vegetal es el escabrín, un componente de la raíz de la *Heliopsis scabra.* Una información sobre el trabajo que llevó al descubrimiento de este tóxico puede servir como ejemplo del método para encontrar nuevos compuestos químicos insecticidas a través de las investigaciones sobre plantas insecticidas.

En 1943 la Sección de investigaciones sobre insecticidas del Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales recibió de la ciudad de México las

raíces de una planta que se decía usaban los mexicanos como insecticida. El nombre de la planta, *Erigeron affinis,* era incorrecto; pero los botánicos del Departamento la identificaron después como *Heliopsis longipes.* Se aisló el principio activo y se identificó como *n*-isobutil-2,6,8-decatrienamida. Se recogieron otras especies del género *Heliopsis* en varias partes de los Estados Unidos y se probó su valor insecticida. Las pruebas de laboratorio revelaron que todas las especies, especialmente las raíces, eran tóxicas para la mosca doméstica. De la más tóxica de las especies, la *Heliopsis scabra,* se aisló una amida, $C_{22}H_{35}NO$, llamada escabrín, que resultó cerca de tres veces más tóxica para la mosca doméstica que las piretrinas.

Los primeros compuestos orgánicos sintéticos que se usaron para matar insectos se emplearon como fumigantes. El bisulfuro de carbono, hecho por la combinación directa de carbono y azufre, puede considerarse como uno de los compuestos orgánicos más simples. Se usó por primera vez como insecticida hace casi 100 años en Francia. El paradiclorobenceno, originalmente un subproducto de la fabricación del clorobenceno, se usó en Alemania en 1911 como substituto de la naftalina para combatir las polillas de la ropa. En 1907 el cloropricín emulsionado con agua fue presentado en Austria como insecticida, y hacia 1917 se ensayó en los Estados Unidos como fumigante.

En 1922 los químicos y los entomólogos del Departamento de Agricultura emprendieron la busca sistemática de nuevos fumigantes con objeto de encontrar substitutos del bisulfuro de carbono, que es peligrosamente inflamable, muy usado para fumigar cereales agorgojados. El resultado de la investigación fue el descubrimiento de varios fumigantes nuevos, todos ellos compuestos orgánicos sintéticos. Entre los que han llegado a tener uso comercial se encuentran el bicloruro de etileno, el bicloruro de propileno, el éter dicloroetilo, el dibromuro de etileno y los esteres metilo, etilo e isopropilo del ácido fórmico y el óxido de etileno. Unos 10 años más tarde se usó por primera vez el dibromuro de metilo en Francia como fumigante insecticida. La mezcla D-D (que contiene 1,3-dicloropropeno, 1,2-dicloropropano y otros cloruros) se usó como fumigante del suelo en California y en las Islas Hawaii.

Como ya dije, el primer trabajo de síntesis en el Departamento de Agricultura para encontrar nuevos venenos de contacto y estomacales para insectos se basaron en la nicotina como modelo. Más tarde se usó el método empírico de las aproximaciones: se probaron compuestos orgánicos sintéticos prescindiendo de su estructura. El trabajo llevó al descubrimiento de la fenotiazina como pesticida. Primero se probó contra las larvas del mosquito y se vio que era muy tóxico para ellas. Después se probó contra diversidad de plagas de la agricultura y resultó sorprendentemente eficaz para controlar la palomilla de la manzana. En 1951 se usaron más de millón y medio de kilogramos como remedio para los gusanos intestinales.

Los insecticidas orgánicos clorinados sintéticos modernos llamados DDT y hexacloruro de benceno se descubrieron siguiendo el mismo procedimiento que se utilizó en el descubrimiento de la fenotiazina, esto es, tamizando miles de compuestos de estructura conocida pero de valor tóxico desconocido. Hasta ahora se sabe muy poco de las relaciones entre la estructura química de los compuestos y su valor insecticida que sirva como una guía para la síntesis de nuevos insecticidas. Cada insecticida candidato debe probarse contra el insecto que está destinado a combatir.

A menudo compuestos estrechamente relacionados químicamente difieren mucho en valor insecticida. A medida que se prueban más compuestos el químico se irá capacitando para encontrar una relación entre la estructura química y el valor insecticida de los compuestos orgánicos, y finalmente podrá sintetizar

un compuesto para el control de una plaga de un insecto específico. Mientras tanto, el estudio de los componentes de las plantas insecticidas ayudará a ampliar nuestro conocimiento sobre la forma en que la estructura química afecta a la toxicidad.

R. C. ROARK *tiene a su cargo la Sección de investigaciones sobre insecticidas de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal. Desde 1910 se dedica a la investigación en esa especialidad. En 1948 el Departamento de Agricultura premió a la mencionada Sección por sus valiosas aportaciones en dicho terreno.*

Cómo se mezclan los insecticidas

H. L. Haller

LOS PRODUCTOS QUÍMICOS insecticidas deben mezclarse convenientemente para que puedan usarse como tales. Usarlos puros o sin diluirlos resultaría con frecuencia demasiado costosos y sus propiedades físicas —por lo general son sólidos toscos o pegajosos, o líquidos viscosos— los hacen inadecuados para su aplicación directa. Deben añadírseles diluentes de los polvos, o disolventes, y agentes humectantes, emulsionantes, diseminantes, penetrantes, adhesivos y estabilizadores.

La mezcla apropiada de los compuestos secundarios debe tomar en cuenta varios factores: si la preparación se aplicará a plantas, a animales o a personas; si estará en contacto con alimentos o forrajes; el insecto que se va a combatir; el costo del tratamiento; la facilidad de aplicación, y el efecto de las sustancias secundarias sobre la toxicidad.

Por ejemplo: podría escogerse una disolución de petróleo para proteger un poste de madera contra las termitas, debido a que el petróleo ayuda al insecticida a penetrar en el poste y da más que una protección superficial. Pero los petróleos dañan a las plantas, por lo que deben usarse sobre ellas emulsiones acuosas o polvos.

Se emplean cinco tipos de formulaciones de insecticidas para combatir las plagas de insectos: polvos, polvos humectables, emulsiones, soluciones y aerosoles. Los polvos se aplican con espolvoreadores de mano o mecánicos; los polvos humectables, las emulsiones y las soluciones se aplican como aspersiones. Los aerosoles son del tipo de gas líquido, o de humos, o de nubes de petróleo producidas mecánicamente.

Antes de pasar a su estudio, permítaseme definir algunos términos que se emplean aquí y en otros capítulos de este libro.

Un pesticida es una sustancia o mezcla de sustancias que pueden usarse para destruir o controlar de cualquiera otra manera toda forma de vida vegetal o animal indeseable. (La terminación *-cida* significa *matador.)*

Entre los numerosos tipos de pesticidas se cuentan:

Un *insecticida* se usa contra los insectos y sus parientes cercanos. Los insecticidas de uso más específico se designan a menudo con palabras como *larvicida, aficida* o *acaricida,* que matan las larvas, los pafidos y los ácaros, respectivamente.

Un *fungicida* se usa en contra de los hongos, particularmente contra los que causan enfermedades a las plantas. Algunos fungicidas también actúan como insecticidas.

Un *herbicida* se usa para combatir las plantas que se consideran malas hierbas. Con frecuencia se le llama matahierba.

Un rodenticida * se usa para combatir a los roedores, especialmente ratas y ratones *(raticida)*.

Los *polvos humectables* son sustancias insecticidas manufacturadas en forma de polvos que pueden mezclarse fácilmente con agua. Con frecuencia contienen agentes humectantes y condicionadores.

Las *suspensiones para rociar* son mezclas en que las partículas finamente divididas de insecticidas en polvo son dispersadas en un líquido.

Las *emulsiones concentradas* son sustancias insecticidas manufacturadas en concentrados líquidos formulados de tal modo que formen una emulsión al mezclarse con agua u otro líquido.

Las *emulsiones para rociar* son mezclas hechas con emulsiones concentradas y un líquido, generalmente agua.

Los *rocíos convencionales o diluidos* contienen una cantidad relativamente pequeña de insecticida y una cantidad relativamente grande de agua: 2 kilos por 380 litros, por ejemplo.

Los *rocíos concentrados* contienen grandes cantidades de insecticida y pequeñas cantidades de líquido: medio kilo en 5 a 20 litros.

Denominaciones como *insecticida estomacal* e *insecticida de contacto* indican la forma en que el insecticida penetra en el cuerpo del insecto. Un insecticida estomacal se come o se traga. Un insecticida de contacto entra a través de la piel. Tales denominaciones no significan nada en cuanto al modo y el lugar donde las sustancias producen sus efectos. Algunas sustancias pueden entrar de una sola forma. Otras llegan a los órganos vitales de las dos maneras.

Los POLVOS INSECTICIDAS se hacen, por lo general, con talcos, arcillas y tierra diatomácea. Algunas veces se utiliza sustancia vegetal finamente molida, como, por ejemplo, harina de cáscara de nuez.

Los diluentes de los polvos se clasifican de acuerdo con la densidad de su masa, que es el peso del polvo que ocupa un volumen definido. Del tipo de densidad baja o ligera pueden servir de ejemplos el gel de sílice, la alúmina hidratada, el silicato de calcio y la tierra diatomácea. Ejemplos de tipos de densidad alta o pesada son la pirofilita, el talco, la calcita y las arcillas. Con frecuencia se usan mezclas de ambos tipos para preparar productos con una densidad conveniente y que además resistan al apelmazamiento cuando se les guarda a altas temperaturas. El uso de diluentes pesados solos puede dar productos que se apelmazan o aterronan cuando se almacenan.

También pueden prepararse polvos mezclando una solución del insecticida químico en un disolvente orgánico volátil, como acetona o benceno, con el polvo diluente; después se deja que el disolvente se evapore y se muele la mezcla. También se puede rociar con una solución de insecticida el polvo diluente durante el proceso de mezclado y molienda. Algunas veces el producto químico se disuelve en un disolvente no volátil y se mezcla con el diluente. Cuando se hace esto, debe tenerse mucho cuidado de que la cantidad de disolvente no sea tan grande que perjudique las cualidades del espolvoreo con el polvo obtenido. La concentración del ingrediente activo de los polvos varía del 1 al 20 por ciento y depende del insecticida y de su uso.

Los polvos humectables, que pueden esparcirse o suspenderse en agua para usarse en aspersiones o en baños, se hacen añadiendo agentes humectantes a los polvos. Con algunas arcillas tipo caolón como diluentes no es necesario añadir un agente humectante. El agente humectante puede ser adversamente afectado

* Adaptación de la palabra inglesa *rodenticide,* derivada de *rodent,* roedor.—*(N. del T.)*

por el tipo de diluente o clase de agua cuando son extremadamente duro o muy alcalina. La cantidad del agente humectante debe proporcionarse cuidadosamente para evitar un escurrimiento excesivo al aplicarse la aspersión a plantas.

Las emulsiones se obtienen añadiendo agua a un concentrado emulsivo o a una emulsión. Tales concentrados se hacen disolviendo el producto químico insecticida y un agente emulsivo en un disolvente orgánico. Por lo general, el disolvente es insoluble en agua, porque por lo regular los disolventes miscibles con agua no han dado resultados satisfactorios.

Se han utilizado dos tipos generales de solventes: 1) disolventes que, como el tolueno o el xileno, se evaporan después del rociado o del baño y dejan un depósito del tóxico, y 2) disolventes no volátiles que, como los naftalenos aquilatados o un aceite del petróleo, dejan cubierta la superficie tratada con una solución del tóxico en aceite después de haberse evaporado el agua. Disolventes como el tolueno y el xileno pueden constituir, en ciertas condiciones, un peligro de incendio. El uso de disolventes aromáticos con alto punto de ebullición, como los naftalenos aquilatados, puede ser peligroso cuando las emulsiones se aplican a animales.

En general se reconocen tres clases de sustancias emulsivas: anión-activas, catión-activas y noiónicas. El jabón es un agente típico anión-activo. El cloruro piredinio lauril es un ejemplo de emulsivo catión-activo. Las sustancias emulsivas noiónicas, como lo dice su nombre, no se ionizan. Un ejemplo de emulsivo noniónico es el producto de la reacción de 10 a 12 moles de óxido de etileno con una mole de alcohol dodecilo. En el mercado se encuentran varios centenares de emulsivos con diferentes nombres comerciales. No puede decirse que una clase de emulsivos sea superior a otra. El tipo más adecuado dependerá del insecticida y sólo se puede determinar por la experimentación. Cuando un tamaño de las partículas extremadamente pequeño o cuando la permanencia de la emulsión no sean esenciales, o si se puede mantener la agitación después que el concentrado se ha diluido con agua, la proporción del agente emulsionante en el concentrado puede reducirse considerablemente.

Las soluciones oleosas de productos químicos insecticidas se hacen, por lo general, con petróleo crudo o refinado y otros aceites del petróleo. La selección de un disolvente depende de su poder para mantener el producto químico de la disolución a temperaturas ordinarias si es tóxico para las plantas y si constituye un peligro de incendio. En ocasiones se usa más de un disolvente, en particular cuando el disolvente preferido no disuelve cantidad suficiente del producto químico insecticida para obtener una solución de la concentración que se desea. Un ejemplo es el DDT en petróleo refinado. Este disolvente no disuelve bastante DDT para permitir la preparación de una solución al 5 por ciento. Hay que añadirle un disolvente auxiliar. Los disolventes auxiliares disuelven grandes cantidades del producto químico. El costo, la toxicidad y el peligro de fuego impiden que se les use como disolventes únicos. Cuando una solución se hace con dos disolventes, el uno malo y el otro bueno para un producto químico determinado, la solubilidad de la mezcla de disolventes puede no ser igual a la suma del poder de solubilidad de cada uno de los componentes. La cantidad de un producto químico que puede disolver un disolvente varía mucho con la temperatura.

En conjunto, intervienen tantos factores en la formulación de insecticidas, que suele convenir más comprar insecticidas ya listos para usarlos que tratar de mezclar los productos químicos por sí mismo.

H. L. HALLER, *segundo jefe del Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales, es químico especializado en insecticidas, sobre los cuales viene haciendo importantes investigaciones desde 1929.*

Cómo envenenan los insecticidas a los insectos

John J. Pratt Jr. y Frank H. Babers

ALGUIEN HA DICHO que como los insectos son pequeños un insecticida los mata fulminantemente. Nuestro conocimiento de la materia es incompleto, pero basta para dar un mentís a esa afirmación.

Los venenos afectan las funciones normales de células y tejidos determinados de los insectos lo mismo que en los hombres y otros animales superiores. Fundamentalmente, es afectado algún proceso químico en el animal de tal modo que produce ciertos cambios en sus funciones. Estos cambios son secundarios en el proceso originario que resultó afectado y muchas veces se les toma equivocadamente por la acción inicial del veneno.

Un conocimiento completo del modo como un producto químico envenena a un insecto puede tener gran valor en formulación de insecticidas. Por ejemplo, mientras se prepara una mezcla insecticida podemos añadir una sustancia que ayude al veneno a alcanzar su objetivo: el órgano o tejido sobre el que actúa. Podrían añadirse sustancias químicas para debilitar o destruir los mecanismos que protegen al insecto contra el veneno en cuestión. Si sabemos cómo actúa en veneno, podemos seleccionar o sintetizar otras sustancias químicas de acción parecida. La investigación nos va proporcionando ese conocimiento, de suerte que no pasará mucho tiempo para que esas ideas se conviertan en realidades.

Los insecticidas se han clasificado de acuerdo con el camino que siguen para entrar en el cuerpo del insecto: Los venenos estomacales se comen, los venenos de contacto entran por la piel y los fumigantes entran por los tubos respiratorios o por la piel, como los gases. Algunos insecticidas pueden entrar por las tres rutas. Pero a menudo esta clasificación se usa erróneamente para referirse al *modo de actuar* de un insecticida, cosa completamente diferente, que significa el modo en que una sustancia química actúa sobre el organismo de un animal.

Al estudiar el modo de actuar de un insecticida, a menudo seguimos como pistas lo que sabemos de la acción del veneno sobre el hombre u otros animales superiores. Algunas veces el modo de actuar puede ser análogo en los vertebrados y en los insectos, pero sin pruebas experimentales es imprudente dar por sentado que existe esa analogía.

Las propiedades venenosas de los compuestos arsenicales orgánicos (verde de paris, arseniatos de calcio y de plomo, arseniato de sodio, etc.) se deben a la formación en el tubo digestivo de compuestos, ácido arsenioso o arsenical, solubles en agua.

El arsénico se considera un veneno protoplásmico general; esto es, envenena el contenido de todos los tipos de células. Por esta razón se afectan la mayor parte de los tejidos y de los órganos por el envenenamiento con arsénico. Un efecto bien conocido del arsénico sobre los vertebrados es la abrasión y destrucción del revestimiento intestinal. Una destrucción parecida acontece en el intestino medio de los insectos. Se dice con frecuencia que esta destrucción es la razón primordial de que los insecticidas arsenicales maten a los insectos. Si

esto fuera verdad, aún no quedaría explicado cuál es el proceso bioquímico perturbado para ocasionar la destrucción de las células intestinales. Las investigaciones con animales vertebrados han demostrado que el arsénico envenena enzimas no identificadas, las cuales funcionan en el metabolismo celular de los carbohidratos. Es probable que el arsénico actúe en la misma forma en los insectos.

La nicotina estimula primero y después deprime el sistema nervioso de los animales. Rápidamente sobreviene la parálisis y en consecuencia la incapacidad de los órganos para funcionar. En los insectos, como en los animales superiores, la acción tóxica de la nicotina tiene lugar en los ganglios nerviosos, que son masas de tejido nervioso en varios lugares del sistema nervioso. Parece que la nicotina no tiene prácticamente ningún efecto sobre las fibras nerviosas ni sobre las inserciones de los nervios en los músculos. Se desconoce el proceso químico del envenenamiento de los insectos con nicotina.

El polvo de piretro, flores molidas de ciertas especies de crisantemo, contiene las sustancias químicas piretrina I y II y cinerina I y II, que son los principios tóxicos principales. La rápida acción paralizadora del piretro es evidente para quien haya asperjado un cuarto con un insecticida contra la mosca casera y visto caer las moscas al suelo casi inmediatamente. Pero los insectos se recobran de la parálisis a menos que caiga sobre ellos una cantidad mortal de veneno. La piretrina actúa directamente sobre el sistema nervioso central de los insectos. La parálisis es consecuencia del bloqueo de la transmisión de los impulsos nerviosos. Sabemos que en los insectos envenenados con piretrina tienen lugar cambios destructores en el tejido nervioso; pero no se conoce bien la razón de esos cambios.

La rotenona causa la parálisis del mecanismo de la respiración en los mamíferos posiblemente por su acción sobre los tejidos bronquiales. Todo lo que sabemos ahora sobre el método por el cual la rotenona mata a los insectos es que retarda el funcionamiento del corazón y la respiración. Los síntomas pueden indicar perturbaciones en las funciones de casi todos los tejidos, de suerte que nos dicen poco de la base fundamental del envenenamiento por rotenona.

Varias teorías se han propuesto para explicar la forma en que los aceites matan a los insectos: los aceites penetran en los tubos respiratorios del insecto y producen la asfixia o se introducen en los tejidos y los envenenan, o ciertas sustancias volátiles venenosas de los aceites matan penetrando en los tejidos como gases. No se ha probado ninguna de las teorías. Quizá cada una tiene su mérito, dependiendo del aceite en cuestión.

Los aceites no volátiles (como el aceite mineral) que contienen compuestos no venenosos pueden matar un insecto por asfixia. Para los aceites (como el queroseno) que contienen ingredientes venenosos volátiles las teorías primera y tercera pueden explicar su acción mortífera.

En los vertebrados, los petróleos volátiles como la gasolina actúan primero como estimulantes y luego como deprimentes del sistema nervioso central. La muerte sobreviene por la imposibilidad de respirar si el animal se expone al aceite durante mucho tiempo. El trabajo realizado por George D. Shafer en la Estación Agrícola Experimental de Michigan hace muchos años indica que una acción similar tiene lugar en los insectos. E. H. Smith y G. W. Pearce, de la Estación Agrícola Experimental de Nueva York, demostraron que el aceite no mata los huevos de la palomilla oriental de la fruta privándolos de oxígeno (asfixia). Obtuvieron algunas pruebas de que el aceite evitó que ciertas sustancias venenosas desconocidas formadas por el huevo saliesen de éste a través del cascarón.

Los dinitrofenoles se usan en varias etapas del control del insecto, siendo los

más comunes el sodio, el salcio y las sales diciclohexilamina de 2,4-dinitro-6-ciclohexifeno y las sales de sodio y de calcio de 4,6,dinotro-*o*-cresol.

El dinitrofenol aumenta el ritmo metabólico de los animales de sangre caliente. Es posible que el veneno actúe directamente sobre las células, haciéndolas aumentar la velocidad a que usan el oxígeno. Interviene también el metabolismo de las grasas porque el exceso de oxígeno se usa únicamente para quemar este alimento del cuerpo. El dinitrofenol y el dinitrocresol actúan de la misma manera sobre los insectos y aumentan la necesidad de oxígeno hasta tres veces la cantidad normal. El mecanismo por el que los dinitrofenoles hacen que las células utilicen altas cantidades anormales de oxígeno no se ha determinado aún.

Los estremecimientos característicos del envenenamiento con DDT son síntomas de una perturbación del sistema nervioso.

Los nervios sensoriales —que llevan los impulsos al sistema nervioso central— son los más sensibles al envenenamiento con DDT, y los ganglios nerviosos los menos sensibles. Cuando el DDT llega al cuerpo del insecto afecta a centenares de terminaciones nerviosas sensoriales. Entonces los nervios producen impulsos más rápidos y más fuertes que los normales. A estos impulsos se debe que los nervios muevan a los músculos hasta producir los estremecimientos típicos del envenenamiento con DDT. La capacidad del sistema nervioso central para coordinar los impulsos sensoriales también es perturbada, como se advierte en la marcha a tropezones y la inestabilidad general del insecto.

No sabemos por qué el DDT envenena el tejido nervioso. Se ha sospechado que envenena la colinesterasa de las enzimas, que es importante para el buen funcionamiento de los nervios, pero las investigaciones, aunque numerosas, no han podido demostrar que el DDT afecte a la enzima. Quizá intervenga otro sistema de enzimas en el tejido nervioso. Una teoría dice que el DDT causa el agotamiento de calcio en el tejido nervioso, lo cual a su vez produce la actividad espontánea del nervio.

Se están realizando avances prometedores a consecuencia de las investigaciones sobre las moscas domésticas resistentes al DDT. Las moscas pueden convertir el DDT en sus propios cuerpos en una sustancia no venenosa, y las moscas resistentes al DDT pueden hacerlo con más rapidez que las moscas susceptibles a él. Los procesos implícitos en esta descomposición del DDT se están dilucidando y nos enseñarán mucho sobre el modo de actuar del DDT.

Entre otros efectos del DDT sobre la fisiología de los insectos figuran un aumento en el consumo de oxígeno y una disminución de la cantidad de sustancias alimenticias almacenadas en el cuerpo. Quizá éstos son efectos secundarios del envenenamiento con DDT.

El hexacloruro de benceno se encuentra en varias formas, o isómeros, cada uno de los cuales tiene una estructura molecular ligeramente diferente. De los 16 isómeros posibles, se conocen 5: el alfa, el beta, el gamma, el delta y el epsilón. El isómero gamma, llamado comúnmente lindano, es varios centenares de veces más tóxico para los insectos que los otros.

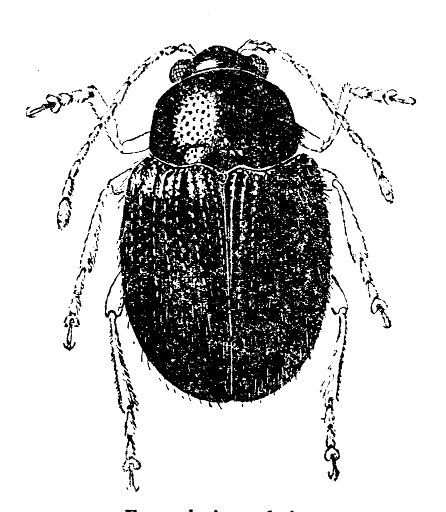
En los animales vertebrados, el hexacloruro de benceno gamma causa una estimulación del sistema nervioso central, pero los isómeros beta y delta producen depresión. Los síntomas externos de envenenamiento en los insectos se parecen a los del DDT, excepto en que por lo general aparecen más rápidamente. Como en el envenenamiento con DDT, los estremecimientos sugieren un efecto sobre el sistema nervioso, pero si el mecanismo de envenenamiento es el mismo que el del DDT, queda reservado a futuras investigaciones explicarlo.

Poco tiempo después de ser descubiertas las propiedades insecticidas del hexacloruro de benceno se sugirió que (debido a la posible similitud en la estructura molecular) el veneno puede actuar como antimetabólico para el *meso*-inositol, una de las vitaminas B; esto es, que puede competir con el *meso*-inositol y sustituirlo

en algunos procesos fisiológicos fundamentales. El *meso*-inositol puede aliviar algo el envenenamiento de ciertas levaduras por el hexacloruro de benceno gamma, pero han fracasado varios esfuerzos para demostrar un proceso similar en los insectos. Las investigaciones químicas, que indican ahora que el *meso*-inositol y el hexacloruro de benceno gamma no tienen formas moleculares similares, pueden explicar el fracaso en probar la hipótesis.

Los fosfatos orgánicos —el tetrafosfato de hexaetilo (TFHE) *, el pirofosfato de tetraetilo (PFTE) ** y el trifosfato *p*-nitrofenil de dietilo (paratión)— son muy tóxicos para los animales porque envenenan la colinesterasa. Un compuesto químico llamado acetilcolina se forma en ciertos nervios y ayuda a la transmisión de los impulsos nerviosos. Si no es destruido inmediatamente después de haber servido a sus propósitos, continúa causando impulsos que se transmiten a lo largo del nervio. La enzima colinesterasa siempre está a la mano para destruir a la acetilcolina. Los insecticidas orgánicos fosfatados envenenan la enzima, permitiendo que se acumule la acetilcolina y cause una actividad nerviosa incoordinada en todo el animal. Los resultados son convulsiones, temblores, parálisis muscular y finalmente la muerte. Es posible que los fosfatos orgánicos envenenen a los insectos en otras formas, pero la acción que hemos descrito es una de las que se conocen mejor.

Otro compuesto fosforado orgánico que promete mucho para el control de algunos insectos y ácaros es el escradan (pirofosforamida octametil). Muchas plantas lo absorben del suelo. Los insectos y ácaros que se alimentan de la savia de las plantas se envenenan. El escradan parece tener poco efecto sobre el sistema de la colinesterasa de los insectos; no es particularmente tóxico cuando se rocía sobre ellos. Pero el hecho de que la savia de las plantas que lo han tomado sea altamente venenosa para la colinesterasa indica que el modo de acción es el mismo que el de los otros fosfatos, pero sólo después que los tejidos de las plantas lo han modificado en cierta forma. Las células del hígado animal también aumentan la actividad de la anticolinesterasa del escradan.


Escarabajo pulgón.

De los cianuros usados para el control de insectos, el ácido hidrociánico, o ácido prúsico, es un líquido que se evapora rápidamente; el cianuro de calcio es un sólido que libera más despacio gas de cianuro de hidrógeno. Ambos se clasifican como fumigantes debido a que la acción para matar se debe al cianuro de hidrógeno gaseoso.

El cianuro de hidrógeno es extremadamente tóxico y actúa rápidamente sobre todos los animales. En los animales de sangre caliente envenena las enzimas que permiten a las células usar el oxígeno que reciben. Como todas las células vivientes requieren un suministro constante de oxígeno, la falla del abastecimiento produce el envenenamiento rápido y difuso de los tejidos que es característico del cianuro. La acción tóxica del cianuro en los insectos es probablemente la misma, porque las enzimas afectadas son prácticamente comunes a todas las células vivientes.

* En inglés HEPT, de hexaethyl tetraphosphate.
** En inglés TEPP, de tetraethyl pyrophospate.—*(N. del T.)*

El bromuro de metilo, usado también como fumigante, es menos tóxico que el cianuro de hidrógeno y su acción tóxica es mucho más lenta.

El modo de actuar del bromuro de metilo sobre los insectos no se ha estudiado. Las investigaciones con vertebrados han dado dos teorías opuestas. Una dice que el bromuro de metilo se convierte en el animal en alcohol metílico y una sal bromurada inofensiva. Después el alcohol metílico envenena al animal. La otra teoría sostiene que el bromuro de metilo no es modificado en el animal, sino que envenena como tal bromuro de metilo. Sea como fuere el modo de actuar sobre los vertebrados, probablemente sea similar en los insectos, ya que los efectos del bromuro de metilo parecen ser comunes a todos los animales.

Hace diez años teníamos alrededor de una docena de insecticidas y sabíamos poco de sus modos de actuar. Hoy tenemos varias docenas de insecticidas nuevos y no sabemos nada de su modo de actuar. Gradualmente los entomólogos se van apartando de los procedimientos de ensayo y tanteo para descubrir nuevos insecticidas. Tales procedimientos están siendo reemplazados por investigaciones sobre los aspectos fundamentales de la acción tóxica. Finalmente, estaremos capacitados para predecir si un producto químico será venenoso y para qué insectos. Entonces podremos hacer insecticidas para satisfacer nuestras necesidades.

JOHN J. PRATT, JR., *es entomólogo del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, donde dirige las investigaciones sobre fisiología de los insectos.*

FRANK H. BABERS *es bioquímico del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal y tiene a su cargo investigaciones sobre la fisiología de los insectos y el modo de actuar de los insecticidas.*

Los insecticidas orgánicos

C. V. Bowen y S. A. Hall

EL INSECTICIDA ORGÁNICO sintético más conocido es el DDT, pero no fue el primero. Algunos de ellos se vienen usando desde hace algunas décadas. El bisulfuro de carbono, el *p*-diclorobenceno y la naftalina se mantienen firmes como viejos concurrentes. El bicloruro de etileno, el dibromuro de etileno, el bromuro de metilo y los tiocianatos se han usado en los últimos veinticinco años. Miles de compuestos similares —sustancias hechas por el hombre y cuya base es el carbono— se han investigado por lo que toca a su valor insecticida. Hacia 1922 el Departamento de Agricultura empezó a estudiar su uso como repelentes y fumigantes, y más tarde inició la síntesis de sustancias para ensayarlas como venenos para los insectos.

La fenotiazina, tiodifenilamina, presentada en 1935 como insecticida, puede considerarse uno de los primeros miembros de la era sintética más reciente. Ahora se usa solamente en medida limitada como insecticida para la palomilla de la manzana, pero se usa mucho para la medicación interna del ganado a fin de controlar y eliminar los nemátodos dañinos que infestan al ganado vacuno, los caballos, las ovejas y las cabras.

El azobenceno, sustancia cristalina anaranjada, se encontró en 1943 y es un fumigante eficaz para controlar ácaros en los invernaderos. Como el azoben-

ceno se sublima rápidamente, puede ser utilizada una solución que lo contenga para aplicarla a tuberías conductoras de vapor y dejarla volatilizarse. Pero el descubrimiento de los compuestos fosforados orgánicos ha disminuido grandemente su empleo.

```
    H           H
    C     S     C
  //  \  / \  /  \\
HC     C     C     CH
|      ||    ||    |
HC     C     C     CH
  \\  /  \  /  \  //
    C     N     C
    H     H     H
```

Fenotiazina.

Un grupo del dinitro derivados del fenol y del cresol entraron en uso antes de la Segunda Guerra Mundial como pulverizadores residuales en los huertos de manzanas. Los más simples de ellos, el 4,6-dinitro-*o*-cresol, o DNOC, conocido anteriormente como 3,5-dinitro-*o*-cresol, es un sólido con punto de fusión a los 85.8° C, y no es muy soluble en agua. El derivado del sodio (una sal) a menudo se utiliza en pulverizaciones residuales debido a su gran solubilidad en el agua. También se han usado los productos análogos —sustancias similares— en que el grupo metilo del cresol ha sido sustituido por el ciclohexilo o por algún otro grupo. Igualmente se usan sales distintas de las de sodio, como la diciclohexilamina o la trietanolamina.

El alifático, el alicíclico y esteres aromáticos del ácido tiosánico se usaron antes de la Segunda Guerra Mundial en aspersiones caseras y hortícolas. El llamado tiosamento de laurilo es una mezcla que contiene grupos alkil derivados de los ácidos grasos naturales del aceite de coco en que domina la cadena laurilo, o carbón-12. Otros tiocianatos usados como insecticidas son el 2-(2-butoxietoxi) ester etilo del ácido tiociánico, el diester glicol dietileno del ácido tiociánico, los esteres β-tiocianoetilo de los ácidos grasos alifáticos que contienen de diez a dieciocho átomos de carbono y el tiocianoacetato isobornilo. Debe tenerse cuidado cuando se usan debido a que algunos de ellos pueden perjudicar a las plantas en crecimiento.

```
    H                   H
    C                   C
  //  \               /  \\
HC     C—N=N—C     CH
|      ||         ||     |
HC     CH       HC     CH
  \\  /               \  //
    C                   C
    H                   H
```

Azobenzol.

En años recientes se ha hablado mucho de los hidrocarburos clorinados como insecticidas. El uso de este tipo de compuestos no es nuevo; tetracloruro de carbono y al *p*-diclorobenceno, que se usan desde hace tiempo, son hidrocarburos clorinados.

El DDT es un insecticida hidrocarburo clorinado. Las materias primas que se utilizan en su elaboración son cloro, benceno y alcohol. El DDT fue descrito por primera vez en 1874 por Othmar Zeidler, químico alemán, pero su valor como insecticida no fue descubierto hasta 1939 por Paul Müller, en Suiza. Se introdujo por primera vez en los Estados Unidos en agosto de 1942, fecha en que la firma de colorantes de J. R. Geigy envió de Suiza a Nueva York dos formulaciones —un polvo y un polvo humectable— para que las probaran los entomólogos norteamericanos. Más tarde se importó DDT no diluido, y en 1943 se principió a fabricar en los Estados Unidos para uso de las fuerzas armadas. Cuando la terminación de la Segunda Guerra Mundial dejó el DDT disponible para usos civiles, se utilizó en gran escala como insecticida.

Las siglas DDT son las primeras letras del dicloro-difenil-tricloroetano. El nombre químico preciso del ingrediente tóxico principal del DDT técnico es 1,1,1-tricloro-2,2-bis(*p*-clorofenil) etano. En *Science in Farming*, "Anuario de Agricultura para 1942-1947" se publicó un estudio de sus características químicas. El DDT es inestable en presencia de álcalis y, por tanto, no es compatible con los productos químicos agrícolas alcalinos. Se descompone también en presencia del hierro y algunas sales de este metal.

El hexacloruro de benceno, o 1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano (esto es, BHC, HCH o HCCH), es un hidrocarburo clorinado que se obtiene en la reacción del cloro con benceno en presencia de luz ultravioleta para producir un compuesto con la fórmula molecular que los ingleses llamaron 666. Esta sustancia la hizo por primera vez Michael Faraday en 1825, pero su acción insecticida no se conoció hasta muchos años después. Harry Bender, químico norteamericano, en una solicitud de patente en los Estados Unidos para un método de cloración de hidrocarburos, manifestó en 1933 que los hexacloruros de benceno parecían ser buenos insecticidas, pero es manifiesto que no se hizo uso de su idea. En 1941, A. P. W. Dupire, en Francia, solicitó patente francesa para el uso del hexacloruro de benceno como insecticida basado en pruebas entomológicas llevadas a cabo en 1940. En 1942, una muestra de hexacloruro de benceno hecha por F. D. Leicester en Inglaterra resultó insecticida, y el compuesto entró en uso en ese país en lugar del derris en el polvo contra el escarabajo pulga.

OH
C
O_2NC CCH_3
HC CH
C
NO_2

4,6-Dinitro-*o*-cresol

OH
C
O_2NC CC$_6H_{11}$
HC CH
C
NO_2

2-Cyclohexyl-4,6-dinitrophenol (DNOCHP)

El hexacloruro de benceno técnico está hecho de una mezcla de isómeros compuestos que son idénticos en estructura química, salvo una diferencia en la orientación en espacio de varios de los átomos que los integran. En 1943, en Inglaterra, F. J. D. Thomas descubrió que el principio insecticida del hexacloruro de benceno técnico es el isómero gamma. Los isómeros se han llamado alfa, beta, gamma y delta en el orden en que fueron aislados: el alfa y el beta por F. E. Matthews en 1891, y el gamma y el delta por T. von der Linden, químico alemán, en 1912. En 1949, se escogió el nombre de lindano para el isómero gamma del hexacloruro de benceno, de pureza no menor del 99 por ciento, en honor de Von der Linden. El isómero gamma comprende aproximadamente el 12.5 por ciento del hexacloruro de benceno crudo. Debido a su olor y al sabor que comunica a ciertos productos alimenticios, el hexacloruro de benceno técnico tiene un uso limitado. Pero el lindano prácticamente es inodoro. En 1947 principiaron investigaciones para comprobar sus efectos sobre el sabor de las frutas, las legumbres y las carnes. Es un sólido cristalino blanco, soluble en la mayor parte de los disolventes orgánicos comunes, pero insoluble en agua. Tiene algunas propiedades como fumigante y es un veneno estomacal y de contacto.

En los primeros estudios sobre el DDT, los análisis de la sustancia técnica revelaron 4 por ciento de una impureza que tiene propiedades insecticidas. La impureza se identificó como 1,1-dicloro-2,2-bis (*p*-clorofenil) etano, subproducto de la reacción usada para hacer DDT. Al compuesto se le ha llamado DDD y TDE, iniciales de sus nombres genéricos dicloro-difenil-dicloro-etano y tetracloro-difenil-etano. Está estrechamente relacionado con el DDT en su estructura y propiedades. Reacciona con los álcalis y en consecuencia no puede entrar en fórmulas con sustancias alcalinas.

Otra de las sustancias análogas al DDT recibió el nombre de metoxicloro debido a que tiene una fórmula en la que dos de los átomos de cloro del DDT se han reemplazado por el grupo metoxi (CH_3O-). Como el DDT, el metoxicloro técnico que contiene aproximadamente el 80 por ciento de 1,1,1-tricloro-2,2[-bis(*p*-metoxifenil)etano] también es un sólido blanco, soluble en los disolventes orgánicos comunes e insoluble en agua. Es menos eficaz que el DDT contra la mayoría de los insectos, pero es menos tóxico para los animales de sangre caliente. Las sustancias alcalinas promueven la descomposición del metoxicloro y, por tanto, no deben usarse en sus formulaciones.

Se ha probado la acción insecticida de compuestos análogos del DDT que contienen bromo y flúor. Al 2,2-Bis(*p*-bromofenil)-1,1,1-tricloroetano se le ha llamado a veces Colorado 9. El 1,1,1-tricloro-2,2-bis (*p*-fluorofenil)etano es un ingrediente de un insecticida que los alemanes llaman Gix. Aunque tienen acción insecticida, ninguna de las dos sustancias ha tenido uso comercial en los Estados Unidos, probablemente porque su costo es mayor que el del DDT.

Toxafeno, $C_{10}H_{10}Cl_8$, es el nombre común de un producto obtenido por reacción del cloro con el canfeno. Éste es más complejo que el hexacloruro de benceno. Su estructura aún no se conoce completamente. La sustancia técnica consiste en una mezcla de compuestos que contienen 67-69 por ciento de cloro. Se le llamó primeramente Hércules 3956, pero lo define mejor el nombre de canfeno clorado. Es un sólido de coloración crema y de consistencia cérea. Su punto de fusión está entre los 65° y los 90° C. El toxafeno se disuelve fácilmente en los disolventes orgánicos comunes y se deshidroclora en presencia de álcalis. Como el DDT, al calentarse desprende poco a poco ácido clorhídrico, y en presencia de sustancias como los compuestos de hierro puede actuar como catalizador.

El clordano, 1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3,a,4,7,7a-hexahidro-4,7-metanoindeno, llamado primeramente Velsicol 1068, es un hidrocarbono clorado obtenido al someter dos compuestos, el hexaclorurociclopentadieno y el ciclopentadieno, a una reacción de un tipo inventado por dos químicos alemanes, Otto Diels y Kurt Alder, y tratando el producto resultante con cloro. Diels y Alder recibieron el Premio Nóbel de Química en 1950 por sus trabajos sobre este tipo de síntesis del dieno. El clordano es un líquido casi inodoro, viscoso y de color ambarino, que sólo se puede destilar al alto vacío y es soluble en los disolventes orgánicos comunes. El clordano es también buen disolvente del DDT. Se descomponen en presencia de álcalis con pérdida de toxicidad insecticida; por tanto, no puede entrar en fórmulas con materias alcalinas.

```
      H  H              H  H
      C=C               C—C
     /    \     H     //    \\
ClC        C—C—C              CCl
    \\    //   |     \       /
      C—C     HCCl2    C=C
      H  H             H  H
```

TDE.

Dos de los hidrocarburos clorados sintéticos más nuevos, que se conocieron durante su período de pruebas experimentales como compuestos 118 y 497 Julius Hyman y Compañía, recibieron los nombres comunes de aldrín y dieldrín en honor de Alder y de Diels. El aldrín se ha definido como un compuesto que tiene no menos del 95 por ciento de 1,2,3,4,10,10-hexacloro-1,4,4a,5,6,8a-hexahidro-1,4,5,8-dimetanonaftalina. El dieldrín (pronúnciese *dil-drín*) contiene no menos del 85 por ciento de 1,2,3,4,10,10-hexacloro-6,7-epoxi-1,4,4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4,5,8 - dimetano-naftalina. El aldrín es un sólido blanco con un punto de fusión entre 104°-104.5° C. Prácticamente es inodoro a la temperatura ordinaria, pero cuando se calienta tiene un olor parecido al pino. El dieldrín se funde entre los 175-176° C., y es inodoro. El aldrín se disuelve en los disolventes orgánicos comunes. El dieldrín es moderadamente soluble en algunos disolventes. Ninguno de los dos es soluble en agua. El aldrín es estable en presencia

```
     H  H               H  H
     C—C     XCCl2      C=C
   //    \\    |      /     \
R—C        C—C—C              C—R
   \      /    |      \\    //
     C=C       H        C—C
     H  H               H  H
```

R=Cl	X=Cl	DDT
=CH₃O–	=Cl	Metoxicloro
=Br	=Cl	Colorado 9
=F	=Cl	Bix o DFDT
=Cl	=H	TDE o DDE

de álcalis orgánicos e inorgánicos y de cloruros metálicos hidratados, por lo que es compatible con la mayoría de los productos químicos que se utilizan en la agricultura.

A diferencia del DDT y de sus análogos el toxafeno y el clordano, al dieldrín no lo afectan los álcalis. La eficacia insecticida no se pierde en presencia de materias ácidas y alcalinas que pueden entrar en la fórmula; por este motivo es compatible con la mayoría de los productos químicos agrícolas. Reacciona químicamente con los ácidos fuertes. El aldrín, con una presión de vapor aproximadamente igual a la del lindano, es como unas 20 veces más volátil que el dieldrín.

Debido a que el aldrín y el dieldrín son muy tóxicos, los productos técnicos y las fórmulas de insecticidas que los contienen deben manejarse con mucho cuidado.

El bis(*p*-clorofenoxi)metano, llamado anteriormente K-1875, es un sólido que se funde a los 68°-68.5° C. Es soluble en acetona, benceno y éter etílico. Casi no es soluble en etanol y en los carbonos alifáticos. Es insoluble en agua. Pertenece a la clase de los compuestos llamados acetales y es estable a los álcalis, pero se hidroliza hirviéndolo con ácidos acuosos diluidos. Se usa en el control de los ácaros en los huertos de frutales.

Uno de los nuevos insecticidas que salieron de la Segunda Guerra Mundial es el que los alemanes llamaron "auseto neu". Es una sulfona clorometil *p*-clorofenil y no es un hidrocarburo clorado. Es un buen insecticida, pero menos eficaz que el DDT contra ciertas razas de piojos, moscas y mosquitos.

Un logro interesante en la preparación de insecticidas orgánicos sintéticos fue la síntesis de compuestos que se semejaban a las piretrinas y las cinerinas, las sustancias tóxicas de las flores del piretro. En 1948, después de 15 años de investigaciones sobre la estructura de esos insecticidas naturales, los químicos del Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales prepararon los esteres del tipo piretrina similares a la cinerina I. Uno de estos esteres sintéticos, el *dl*-2-alilo-4-hidroxi-3-metil-2-ciclopenteno-I-uno ester de una mezcla de cis y trans *dl*-crisantemo ácido carboxílico, se ha producido comercialmente y se le dio el nombre común de aletrín por la Comisión Interdepartamental de Control de Plagas. El aletrín es un aceite ligero de color amarillo y posee solubilidades parecidas a las de los productos naturales, y así puede usarse de la misma manera en aspersiones y aerosoles contra las moscas.

La difenilamina, $(C_6H_5)_2NH$, es otro tipo de compuesto orgánico que se ha usado con éxito en el control del gusano tornillo. El 1,1-Bis(*p*-clorofenil)etanol, $(Cl_2C_6H_4)_2$ $COHCH_3$, (llamado también DMC de su nombre genérico diclorofenil metilcarbonil), se utiliza contra los ácaros. El pentaclorofenol, C_6Cl_5OH, se usa para combatir las termitas.

Clordano.

Un nuevo campo de insecticidas fosforados orgánicos la abrió, durante la Segunda Guerra Mundial, Gerhard Schrader, químico alemán que se dedicó primeramente a buscar agentes mucho más poderosos para la guerra química. Schrader descubrió una nueva serie de compuestos fosforados orgánicos altamente tóxicos. De ellos, después de muchas pruebas, se derivaron varios insecti-

cidas eficaces. En la lista aparecen el paratión, el pirofosfato de tetraetilo (incluso llamado tetrafosfato de hexaetilo) y la pirofosforamida octametilo.

El paratión, insecticida notablemente eficaz, se ha puesto en uso en muchos países para combatir muchas clases de insectos que infestan varios cultivos.

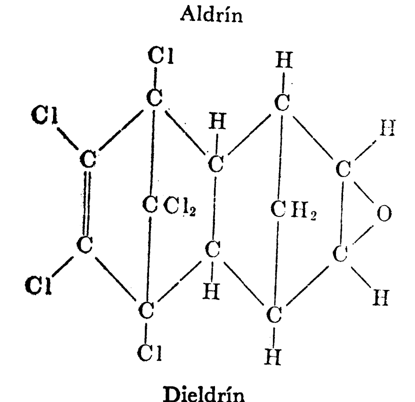
El pirofosfato tetraetilo y la pirofosforamida octamenilo se usan principalmente contra los áfidos y algunos ácaros.

El pirofosfato tetraetilo mata los insectos rápida, casi inmediatamente de ser aplicado, y después, una vez realizada su tarea, el insecticida tóxico se descompone rápidamente por hidrólisis en productos no tóxicos y solubles en agua. Así pues, no hay ningún problema sobre residuos de las aspersiones relacionado con su uso.

La pirofosforamida octametilo se ha fabricado en los Estados Unidos sólo en escala relativamente pequeña. Los investigadores británicos la han llamado insecticida sistemático porque, cuando se aplica ya sea a las hojas ya a las raíces de una planta viva es absorbida y transportada por la corriente de la savia, haciendo insecticida la planta para ciertas especies de insectos durante varias semanas. No se recomienda su uso general sobre alimentos o cultivos de forrajes. Los experimentos indican que puede resultar útil en plantas ornamentales y en las del algodón. Se han remojado semillas de algodón en una solución en agua muy diluida de pirofosforamida octametilo y después se plantaron. Las plantitas que salieron de las semillas resultaron insecticidas para los áfidos y ácaros por espacio de un mes aproximadamente. También puede ser útil en la remolacha azucarera para matar los áfidos que transportan la enfermedad virosa del amarilleo.

Debido a su toxicidad extrema para los animales de sangre caliente, estos poderosos insecticidas no deben usarse para combatir insectos que afectan al hombre y a los animales, tales como las plagas hogareñas y las del ganado vacuno y lanar. Como son eficaces en dosis extremadamente pequeñas contra gran variedad de especies de insectos y, cuando se aplican convenientemente, dejan un residuo muy pequeño sobre los productos agrícolas, su utilidad potencial es grande.

Aldrín



Dieldrín

Productos sintéticos orgánicos se han usado como fumigantes durante casi un siglo. Son compuestos con un punto de ebullición bajo y de estructura sencilla. Comprenden derivados de hidrocarburos que contienen azufre, oxígeno, cloro, bromo y nitrógeno. El bisulfuro de carbono (CS_2), preparado ahora con azufre y coque calentados en un horno eléctrico, fue el primero. El óxido de etileno $(CH_2)_2O$, es un gas a la temperatura ordinaria y en 1928 se le propuso como fumigante. Se usa una parte con 10 partes de bióxido de carbono para reducir los peligros del fuego.

Entre los hidrocarburos clorados tenemos el tetracloruro de carbono, CCl_4, usado con bicloruro de etileno, $C_2H_4Cl_2$ (1:3), desde 1927; el bicloruro de etileno solo, y una mezcla de 1,2-dicloropropano, $C_3H_6Cl_2$, y 1-3-dicloropropileno,

$C_3H_4Cl_2$, llamado D-D. Estas sustancias y ciertos compuestos de bromo—bromuro de metilo, CH_3Br, y el dibromuro de etileno, $C_2M_4Br_2$— tienen valor contra las larvas de elatéridos y los nemátodos.

El ácido hidrociánico o cianuro de hidrógeno (HCN), es un gas muy venenoso que se usa en la fumigación de los cítricos y como fumigante del aire para almacenes y otros lugares cerrados.

```
  H H            H H
  C=C       H    C-C
 /   \      |   //   \\
ClC     C-O-C-O-C       CCl
 \\   //    |    \   /
  C-C       H    C=C
  H H            H H
```

Bis(p-clorofenoxi)metano.

Algunos compuestos con punto de ebullición alto y una estructura más compleja se usan también como fumigantes debido a su alta presión de vapor. El cloropicrín, Cl_3CNO_2, hierve a 112.4° C. y se usa como fumigante para los granos y el suelo. Es más eficaz en una mezcla de medio kilogramo con 4 litros de tetracloruro de carbono.

El éter dicloroetilo —$C_2H_4Cl)_2O$,bis(2-cloroetilo éter)— con el punto de ebullición a los 178.5° C. produce vapores mucho más pesados que el aire y es valioso como fumigante del suelo.

La naftalina, $C_{10}H_8$, es uno de los antiguos insecticidas orgánicos que no se obtienen de las plantas o del petróleo. Es un hidrocarburo obtenido por destilación destructiva de la hulla. Este sólido blanco escamoso se ha usado durante medio siglo para proteger las prendas de lana de las polillas de la ropa. Tiene una acción fumigante, pero su olor molesto no se puede suprimir fácilmente en las fábricas. Las sustancias más recientes contra dicha polilla no tienen ese inconveniente.

El *p*-diclorobenceno, $C_6H_4Cl_2$, sólido oloroso con punto de fusión a 53° C., aproximadamente, tiene uso grande para combatir los taladradores de los durazneros y las polillas de la ropa. Es sintetizado haciendo reaccionar cloro con benceno en presencia de un catalizador apropiado. Es uno de los fumigantes más conocidos gracias a su uso prolongado y extenso.

```
              H H
     O        C=C
     ||      /   \
ClCH2-S-C         CCl
     ||      \\   //
     O        C-C
              H H
```

Lauseto neu.

El deseo de encontrar sustancias que aumenten la toxicidad y ampliar en esta forma el abastecimiento de insecticidas escasos, como el piretro, ha alentado la investigación en este campo. Estas sustancias se conocen como sinérgicos. El N-isobutilhendecenamida, primer sinérgico encontrado para el piretro, fue presentado en 1938. Puede considerarse como una sustancia sintética, aunque el aceite de castor es la materia básica para su preparación. El valor del aceite de ajonjolí o sésamo como sinérgico para el piretro se descubrió casi al mismo tiempo. Se demostró que su eficacia se debe a la presencia de sesamina. El conocimiento de la estructura de la sesamina llevó a la síntesis de compuestos relacionados con ella, entre ellos el ciclonene piperonilo y el butóxido piperonilo.

```
                                   CH3
     CH3   H    O          H   C
      |    |    ||          | /   \\
CH3-C-----C----C----O----C         CCH2CH:CH2
      \   /                 |          |
       HC--CH=C(CH3)2       |          |
                           H2C--------C=O
```

Aletrín

El butóxido piperonilo, llamado también éter (carbitol butil) (6-propilpiperonil), es un líquido espeso, viscoso, que contiene como elemento activo principal el α-[2-(2-butoxietoxi)etoxi]-4,-5,-metilenodioxi-2-propiltolueno. El ciclonene piperonil, llamado anteriormente ciclohexenona piperonil, es el nombre común de una mezcla compuesta de 3-alkyl-6-

```
                    H   H
C2H5O  S            C—C
     \ ||         //    \\
      P—O—C            C—NO2
     /        \        /
C2H5O          C=C
               H   H
```

Paratión

```
C2H5O  O       O  OC2H5
     \ ||      || /
      P—O—P
     /          \
C2H5O            OC2H5
```

Pirofosfato tetraetilo

```
(CH3)2N  O       O  N(CH3)2
       \ ||      || /
        P—O—P
       /          \
(CH3)2N            N(CH3)2
```

Pirofosforamida de octametil.

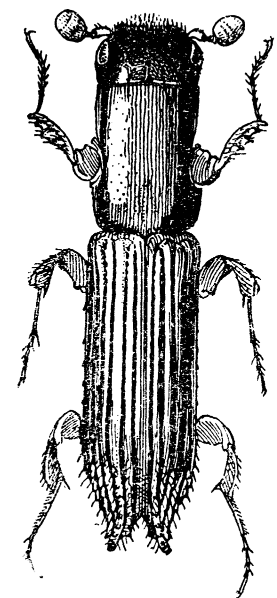
```
     H     H
     C     C
   //  \  /  \\
HC      C      CH
|       ||      |
HC      C      CH
  \\   / \    //
    C      C
    H      H
```

Naftalina

```
      Cl
      |
      C
    //  \
  HC     CH
  |      ||
  HC     CH
    \\  /
      C
      |
      Cl
```

p-Diclorobencil

carbetoxi-5-(3,4-metilenodioxifenil)-2-ciclohexeno-1-uno y 3-alkyl-5-(3,4-metilenodioxifenil)-2-clicloexeno-1-uno, en el que el "alkyl" se refiere a los radicales alifáticos que pueden variar. Es un líquido espeso y viscoso. Otro sinérgico para el piretro es el isómero del n-propilo, esterdiplopilo del ácido 1,2,3,4-tetrahidro-3-metil-6,7-metilenodioxi-1,2-naftalinadicarboxílico. Como la sesamina, las tres sustancias contienen el grupo metilenodioxifenilo.



El escarabajo cilíndrico, que se alimenta de hongos, está admirablemente adaptado para vivir en los túneles redondos que perfora en los árboles selváticos para la propagación de su alimento.

Uno de los últimos insecticidas orgánicos, el N-octilbiciclo[2.2.1]-5-hepteno-2,3-bicarboximida, MGK 264, fue presentado como un sinérgico para las piretrinas, pero también se le encontró eficaz como ovicida. Es un líquido algo viscoso, de color ambarino y un poco más pesado que el agua. Se disuelve rápidamente en los disolventes orgánicos comunes y él mismo es un buen disolvente para alguno que otro de los insecticidas descubiertos recientemente.

El aceite de toronjil, producto de una planta, era el repelente clásico para los mosquitos antes de la Segunda Guerra Mundial. Pero durante la guerra la necesidad de repelentes para las niguas, los mosquitos y las pulgas instigó a probar muchos compuestos orgánicos sintéticos. El bencilo, $C_6H_5COCOC_6H_5$, y en benzoato de bencilo, $C_6H_5COOCH_2C_6H_5$, resultaron buenos repelentes contra las niguas; el ftalato de dimetilo para los mosquitos y ácaros; el Rutgers 612 (2-etil-1,3-hexanediol), el Indalone (a menudo llamado oxalato óxido mesitil *n*-butil, pero

```
CH2——O
|    |
|    C
|  //  \
O—C     CH
  |     ||
  HC    CCH2OC2H4OC2H4OC4H9
    \\  /
     C
     C3H7
```

Butóxido piperonilo

```
          H
          C
       /  |  \     H   O
    HC    |    C——C//
    ||   CH2   |     \
    ||    |    |      NC8H17
    HC    |    C——C  /
       \  |  /  \  \\
          C      H   O
          H
```

MGK 264

```
CH2——O
|    |
|    C
|  //  \
O--C    CH
   |    ||
   HC   CH
     \\ /
      C
      |
      CH
     /  \
  CH2    CHCOOC2H5
   |      |
Alkyl—C   C=O
     \\  /
      CH
```

```
       H
       C
    //   \
  HC       C—COOR
  |        ||
  HC       C—COOR
    \\   /
       C
       H
```

{ R = CH_3 Ftalato de dimetilo
{ R = C_4H_9 Ftalato de dibutilo

```
CH2——O
|    |
|    C
|  //  \
O—C     CH
  |     ||
  HC    CH
    \\ /
     C
     |
     CH
    /  \
  CH2   CH2
   |     |
Alkyl—C  C=O
     \\ /
      CH
```

Ciclonone piperonilo

```
                            CH3
                            |
   H   H   H   OH           CH2    H
   |   |   |   |            |      |
H—C—C—C—C——C——C—OH
   |   |   |   |            |      |
   H   H   H   H            H      H
```

Rutgers 612

```
        O
        ||
        C
      /   \
  H2C       CH
CH3 |       ||
   \|       ||
    C       C—COOC4H9
   / \    /
CH3    O
```

Indalone

```
          H        COOC3H7
    H       \     /
    C         C        H
  //  \     /    \    /
O—C     C          C—COOC3H7
/ |     ||         |
CH2     ||         |     CH3
\ |     ||         |    /
O—C     C          C
    \\ /   \     /   \
     C       C         H
     H      HH
```

Isómero del *n*-propilo

```
          H
          |
          C
       /  |  \    H
    HC    |    \  |
    ||   CH2     C—COOCH3
    HC    |      C—COOCH3
       \  |  /   |
          C      H
          H
```

Carbato dimetilo

más apropiadamente ester butilo del ácido 3,4-dihidro-2,2-dimetil-4-oxo-2H-piran-6-carboxílico) y carbato dimetilo (ester dimetilo) del ácido *cis*-biciclo[2.2.1]-5-epteno-2,3-dicarboxílico) para mosquitos, niguas y moscas. Una mezcla de Indalone, ftalato de dimetilo y Rutgers 612 se usa como repelente para toda clase de insectos.

Solamente unos pocos compuestos orgánicos sintéticos se han usado para atraer insectos. El metaldehido, $(C_2H_4O)_4$, un polímero (producto de condensación) de acetaldehido, se usa en cebos para combatir los caracoles y las babosas en los jardines. El salicilato isoamilo, $HOC_6H_4COOC_5H_{11}$, un ester, se usa para atraer hacia las trampas a la palomilla del gusano cornudo del tabaco. El eugenol de metilo resultó atractivo para el macho de la mosca oriental de la fruta según pruebas realizadas en Hawaii. La escasez de sustancias sintéticas usadas para atraer hormigas indica que éste podría ser un buen tema para investigaciones más intensas.

Además de los insecticidas orgánicos sintéticos que hemos estudiado, se usan otros de menor importancia. Algunos más se encuentran en etapas de desarrollo y experimentación. La gran variedad de compuestos que hemos examinado aquí evidencia que la química de los insecticidas orgánicos sintéticos cubre el campo completo de la química orgánica.

C. V. Bowen, *químico jefe del laboratorio de la Sección de insectos que afectan al hombre y a los animales, Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales, en Orlando, Florida, se ha dedicado especialmente a la preparación, análisis y formulación de insecticidas orgánicos sintéticos.*

S. A. Hall, *químico, inició sus trabajos analíticos en 1934 con el Departamento de Hacienda y desde 1943 principió a trabajar sobre el DDT y los repelentes para insectos en el Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales de Beltsville, Maryland.*

Los insecticidas inorgánicos

R. H. Carter

Los insecticidas inorgánicos son de origen mineral, compuestos principalmente de antimonio, arsénico, bario, boro, cobre, flúor, mercurio, selenio, azufre, talio y zinc, y azufre y fósforo puros.

El tartrato de potasio y antimonio, tártaro emético, $K(SbO)C_4H_4O_6 1/2H_2O$, es un polvo blanco soluble en agua. Algunas veces se utiliza como agente tóxico en los venenos contra las hormigas y para el control de tripsos.

Los compuestos arsenicales son los insecticidas inorgánicos más usados. Las recomendaciones para su uso datan de 1681. Probablemente se usaron con anterioridad. Las propiedades venenosas del trióxido de arsénico fueron bien conocidas durante la Edad Media y fue el instrumento favorito para el asesinato según lo practicaron los Borgia. Este conocimiento de las propiedades venenosas de los compuestos arsenicales probablemente indujo a usarlos como insecticidas.

El trióxido de arsénico, As_2O_3, llamado también óxido arsenioso, es una materia cristalina blanca a la que se llama en ocasiones arsénico blanco o gris. Es la sustancia inicial en la fabricación de compuestos arsenicales que se uti-

lizan como insecticidas para las plantas, y a veces se usa en los herbicidas. Se obtiene del hollín de las chimeneas de las fundiciones de cobre. Nuestro suministro de él procede de fuentes nacionales y extranjeras. A veces se usa como un agente tóxico en cebos para combatir saltamontes, gusanos cortadores y otros insectos.

El arseniato de calcio, que se vende comercialmente como insecticida, no es un compuesto químico sólo, sino una mezcla compleja de varios arseniatos de calcio y un exceso de hidróxido de calcio. Se hace con trióxido de arsénico, oxidándolo primero para formar pentaóxido de arsénico con ácido nítrico y después haciendo reaccionar la solución de pentóxido de arsénico o ácido arsénico con hidróxido de calcio aguado. Las condiciones de temperatura, concentración y duración de la reacción son importantes debido a su influencia sobre la naturaleza física del producto. El arseniato de calcio comercial generalmente es de color rosado y de reacción alcalina. Es un polvo fino. Se ha usado extensamente contra ciertos insectos que afectan las cosechas de campo, especialmente el algodón. No se puede usar con seguridad sobre manzanos, duraznos, frijoles y algunos otros cultivos debido a las quemaduras que hace a los frutos y al follaje.

La mezcla de arseniato de calcio con arsenito de calcio se vende con el nombre de púrpura de Londres. Tiene algún uso para matar insectos del algodón.

Entre las sustancias insecticidas que contienen cobre y arsénico, el cobre-acetato-arsenito (o verde de paris), $3\ Cu(AsO_2)_2.Cu(C_2H_3O_2)_2$, es con mucho el más importante. Se ha usado como insecticida desde 1870 aproximadamente. Por muchos años fue el insecticida más usado en los Estados Unidos para combatir el escarabajo de la patata. Ha sido suplantado en gran proporción por alguna de las sustancias más nuevas, pero los agricultores y jardineros utilizan aproximadamente dos millones de kilos anualmente.

El arsenito de cobre, $Cu_3(AsO_3)_2.xH_2O$; el meta arsenito de cobre, $Cu(AsO_3)_2H_2O$, y el arseniato básico de cobre, $Cu_3(AsO_4)_2,Cu(OH)_2$, se han propuesto como insecticidas, pero no se han llegado a usar. Se han probado compuestos similares al verde de paris hechos de ácidos orgánicos diferentes del acético, pero no han alcanzado uso comercial.

Varios compuestos químicamente diferentes son conocidos como arseniato de plomo. Dos de ellos se usan mucho como insecticidas. El arseniato ácido de plomo (ortoarseniato de diplomo), $Pb\ HAsO_4$, se forma por la acción del ácido arsénico sobre una sal de litargirio. Es un polvo blanco, insoluble en agua. El arseniato básico de plomo (hidroxiarseniato de plomo, $Pb_4(PbOH)\ (AsO_4)_3$, también es un polvo blanco insoluble.

Ambas formas pueden contener muy poco pentóxido de arsénico soluble en agua con objeto de reducir al mínimo el daño a la planta. Por lo general son mucho menos aptos para quemar el follaje que el arseniato de calcio o el verde de paris. El compuesto básico es más seguro cuando se usa en plantas en desarrollo en algunas regiones (por ejemplo, en las regiones brumosas de California) que el compuesto ácido, pero en general no es tan tóxico para los insectos.

El arseniato ácido de plomo se usa mucho para combatir insectos masticadores de las frutas, como las manzanas y las peras; de flores, árboles y arbustos, y de hortalizas como la patata y el tomate. También se usa mucho para tratar el suelo y combatir el escarabajo japonés y las larvas del escarabajo asiático de los jardines y formas afines que infestan el suelo.

Cierto número de patentes de los Estados Unidos abarcan el proceso de la manufactura de arseniatos de magnesio para usarlos como insecticidas. Los arseniatos de magnesio probados como insecticidas consisten principalmente en arseniato de dimagnesio, $MgHAsO_4$, en arseniato de trimagnesio, $Mg_3(AsO_4)_2$ y el piroarseniato, $Mg_2As_2O_7$, con cantidades variables agua de cristalización y exceso de óxido de magnesio o hidróxido.

El arseniato de magnesio se ha probado contra gran número de insectos que dañan las frutas y las hortalizas, y en un tiempo se recomendó para controlar la conchuela mexicana del frijol, pero su uso ha venido a menos.

Un arseniato de manganeso crudo se propuso en una ocasión como insecticida para combatir las orugas del tabaco debido a que su color pardo lo hace menos visible en las hojas curadas del tabaco que el arseniato de plomo blanco.

El arseniato de sodio se forma disolviendo trióxido de arsénico en una solución de hidróxido de sodio. Según sean las proporciones de los ingredientes reactivos, los productos varían del compuesto monosódico, $NaAsO_2$, al arseniato trisódico, Na_3AsO_3. Una fórmula tipo para hacer el llamado sodio líquido necesita 2 kilogramos de arsénico blanco y medio kilogramo de hidróxido de sodio por 4 litros de solución.

El arsenito de sodio no se usa como insecticida para las cosechas de campo debido a su acción corrosiva. Se usa como un ingrediente en cebos tóxicos para combatir los saltamontes, grillos, cucarachas, hormigas y otros insectos y en baños para el ganado. Se ha utilizado mucho como mata-hierbas.

El meta arsenito de zinc, $Zn(AsO_2)_2$, se forma cuando una sal de zinc soluble reacciona con ácido arsenioso o arsénico blanco en condiciones controladas cuidadosamente, porque es soluble en ambos ácidos o en soluciones alcalinas.

El arsenito de zinc se utiliza para conservar la madera, pero no se usa en insecticidas para las casas ni como integrante de las fórmulas que se usan en las cosechas de campo.

El arseniato de zinc, $Zn_3(AsO_4)_2$, se ha propuesto en lugar del arseniato de plomo para combatir la palomilla de la manzana, principalmente porque no deja residuos de plomo.

Los arseniatos y arsenitos de otros muchos elementos se han investigado para usarlos como insecticidas, pero ninguno resultó ingrediente satisfactorio. Los arsenicales orgánicos también han fallado en abrirse lugar como insecticidas.

El carbonato de bario, $BaCO_3$, es un polvo blanco muy fino que a veces se usa como agente tóxico en venenos para las ratas.

El borax, $Na_2B_4O_7$, y el ácido bórico H_3BO_3, se han usado como polvos contra las cucarachas, pero se dispone de compuestos mucho más eficaces, como el fluoruro de sodio, el DDT y el clordano.

El Burdeos, o mezcla de Burdeos, es el nombre que se da a los compuestos que se forman haciendo reaccionar soluciones diluidas de sulfato de cobre con suspensiones de hidróxido de calcio. Si se usan cantidades equivalentes de los dos ingredientes, se formará una mezcla muy íntima de hidróxido de cobre, $Cu(OH)_2$ y sulfato de calcio, $CaSO_4$. Esta suspensión tiene un color azul y deja un residuo blanco azuloso sobre las superficies rociadas.

La mezcla bordelesa es ante todo un fungicida, pero a menudo se usa en combinación con insecticidas como la nicotina, el arseniato de plomo y el arseniato de calcio. A veces se usa para combatir la chicharrita de la patata y como repelente para los escarabajos pulgas de varias hortalizas y plantas en flor. En ocasiones se usa también como emulsionante para las aspersiones de aceites lubricantes que se aplican a árboles frutales como el manzano, el peral, el membrillo y el melocotonero, en su período de descanso.

Algunos otros compuestos de cobre, entre ellos el óxido, el oxicloruro, el fosfato, el quinolinolato, el silicato, el sulfato básico y el cianuro se usan como sustancias para aspersiones. Todos ellos tienen poco valor como insecticidas, pero son fungicidas poderosos.

La cal hidratada, o hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$, se usa en la manufactura de azufre cálcico, arseniato de calcio y mezcla bordelesa. Cuando se calienta la piedra caliza, $CaCO_3$, se escapa el bióxido de carbono, dejando el producto llamado cal viva, CaO. Cuando la cal viva reacciona con agua se genera calor

y el producto que resulta es la cal hidratada, $Ca(OH)_2$, que no es primordialmente un insecticida, pero se usa con algunos de los rociadores arsenicales para poder manejarlos con menos peligro.

El cianuro de calcio, $Ca(CN)_2$, reacciona lentamente con la humedad del aire liberando ácido hidrocíanico en forma de gas, compuesto orgánico muy tóxico utilizado como fumigante insecticida.

Los compuestos que contienen flúor se vienen usando como insecticidas desde 1890. El fluosilicato de bario, $BaSiF_6$, un polvo muy fino de color blanco, se ha probado como substituto de los arsenicales para el control de los insectos de los frutales y las hortalizas. Tiene cierto valor para combatir los escarabajos pulga, los escarabajos vesicantes o cantáridas, la conchuela mexicana del frijol y otros.

La criolita o floaluminato de sodio, Na_3AlF_6, es una sustancia blanca cristalina. La criolita natural (piedra hielo) se extrae de minas en Greenland y se importa en nuestro país. La criolita sintética, de composición similar, se ha manufacturado y vendido para usos insecticidas. Existe poca diferencia en su eficacia en la mayoría de los usos. Se han usado cantidades grandes en los Estados del Noroeste, sobre el Pacífico, contra la palomilla del manzano, el gusano alfiler del tomate, el gusano de la fruta del tomate, el barrenador de la vaina del frijol lima, la lombriz de tierra del maíz, la conchuela mexicana del frijol, la mosca descascaradora de la nuez, el gorgojo del pimiento, las orugas de la col, las cantáridas y los escarabajos pulga. Se usa generalmente en aspersiones, pero puede diluirse con talco, pirofilita u otros diluentes en forma de polvo.

El fluoruro de sodio, NaF, es un polvo blanco. En ocasiones se le da color verde o azul para no confundirlo con los polvos sódicos para hornear. Se utiliza mucho como polvo contra las cucarachas y es eficaz para combatir los piojos de diversas clases de los pollos y de otros animales. Causa daños serios a las plantas.

El fluosilicato de sodio, Na_2SiF_6, es un polvo blanco cristalino mucho menos soluble en agua que el fluoruro de sodio. Se ha usado como polvo y rocío para el control de varios insectos de los cultivos de campo, para envenenar cebos contra las larvas de agrotidas, los grillotalpas y los saltamontes, y es eficaz contra las polillas de las telas de lana. Un gran número de compuestos fluorinados, inórganicos y orgánicos, se han patentado para usarlos contra las polillas.

Algunos compuestos de mercurio se usan como insecticidas. El cloruro de mercurio (sublimado corrosivo), $HgCl_2$, y el cloruro mercurioso (calomelanos), HgCl, se usan contra los jejenes fungosos, lombrices de tierra, orugas de la col y de la cebolla. El cloruro de mercurio también se usa en el tratamiento de los bulbos de gladiola que se encuentran en descanso y como fungicida y germicida. Fórmulas que contienen compuestos mercuriales se usan a veces para combatir insectos que atacan al hombre y a los animales.

Las pastas que contienen fósforo puro se hacen moliendo fósforo amarillo en presencia de agua y mezclándolo después con flúor. La glicerina se usa a veces como un ingrediente. Estas pastas son eficaces contra la cucaracha norteamericana.

Se han probado compuestos de selenio como insecticidas, pero a causa de su toxicidad para el hombre no se recomienda su uso sobre productos que van a consumir hombres o animales.

El selenato de sodio, Na_2SeO_4, es una sal soluble en agua. Las plantas pueden tomarlo del suelo en cantidades suficientes para matar los áfidos que se alimentan de ellas. Un producto que contiene selenio y azufre con fórmula $(KNH_4S)_5$ se ha usado en los Estados del Noroeste, sobre el Pacífico, para combatir los ácaros de los manzanos y de las uvas.

El uso del azufre puro y de sulfuros alcalinos como insecticidas y fungicidas en los cultivos de campo y en los invernaderos data de muchos años atrás. Las

materias son azufre puro, sulfuros, polisulfuros o sales de algunos ácidos oxigenados de azufre. El azufre puro se usa sólo en polvo o en combinación con otros insecticidas, con muchos de los cuales es compatible. El azufre se reduce a un estado muy fino de subdivisión moliéndolo, por precipitación o por sublimación.

El polvo de azufre, o azufre condicionado, es azufre puro finamente pulverizado, que se convierte en un polvo muy suelto agregándole del 1 al 5 por ciento de arcilla, talco, yeso, fosfato tricálcico o materias similares. El azufre de flotación, o azufre coloidal, y el azufre precipitado, son azufres finamente pulverizados que se forman como resultado de reacciones químicas de compuestos que contienen azufre con otros compuestos. El azufre humectable es azufre finamente pulverizado que ha sido tratado con agentes humectables de varias clases para hacerlo humectable por el agua a fin de que sea susceptible a la suspensión en fórmulas para aspersiones. Los sulfuros alcalinos y los polisulfuros, llamados algunas veces azufres solubles, se preparan por la reducción de las sales de algunos de los ácidos oxigenados de azufre o por la acción de soluciones alcalinas sobre azufre puro. Los compuestos más importantes de esta clase son los polisulfuros de calcio, amonio, bario y sodio.

El monosulfuro de calcio, CaS, se ha usado poco. Se forma por la reducción del sulfato de calcio. El azufre-cálcico líquido o polisulfuro de calcio, CaSx, se forma por las reacciones entre hidróxido de calcio y azufre puro al hervirlos juntos en agua. Se supone que contiene una mezcla de los sulfuros hasta el pentasulfuro, CaS_5, inclusive. De la reacción teórica entre 3 moléculas de cal hidratada, $Ca(OH)_2$, y 12 moléculas de azufre resulta la formación de 2 moléculas de pentasulfuro de calcio, CaS_5, 1 de tiosulfato de calcio, CaS_2O_3 y 3 de agua, H_2O.

El azufre cálcico seco se hace añadiendo un estabilizador como el azúcar de caña al azufre cálcico líquido y evaporándolo hasta que se seque. El azufre cálcico autoelijado se hace utilizando el calor de hidratación o el apagamiento de la cal viva, CaO, para hacer las reacciones con azufre.

El polisulfuro de amonio y el polisulfuro de sodio se hacen pasando sulfuro de hidrógeno en forma de gas, H_2S, por hidróxido de amonio o de sodio que contienen un exceso de azufre. Se supone que las reacciones químicas son similares a las que tienen lugar en la preparación del azufre cálcico.

El azufre se usa en determinadas condiciones para combatir la chicharrita de la patata, la pulga saltona del algodón, los ácaros psílidos del tomate y las chinches de las plantas.

Los compuestos orgánicos de azufre, entre ellos tiocianatos, xantatos y disulfuros de tiuram, tienen algunas propiedades insecticidas, aunque se usan mucho como fungicidas.

El bióxido de azufre, SO_2, que se obtiene quemando azufre, se utiliza algunas veces para matar insectos en espacios cerrados.

El sulfato de talio, Tl_2SO_4, se usa en ocasiones como agente tóxico en venenos para las hormigas.

Varios compuestos de zinc tienen uso limitado como insecticidas. El sulfato de zinc, $ZnSO_4$, se usa en ocasiones en lugar del sulfato de cobre en reacciones con cal hidratada para formar una mezcla bordelesa de zinc que tiene usos especiales. El cloruro de zinc, $ZnCl_2$, se utiliza como protector contra las termitas.

R. H. CARTER *es químico del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, de Beltsville, Maryland. Desde que ingresó, en 1927, en el Departamento de Agricultura se ha dedicado a importantes y diversas investigaciones sobre los insecticidas y sus efectos.*

Los insecticidas vegetales

Louis Feinstein

Se dice que más de 2,000 especies de plantas tienen cierto valor como matadores de insectos. Pertenecen a 170 y tantas familias. Los insecticidas comerciales de origen vegetal se encuentran en cinco familias: la nicotina, en la familia de las solanáceas; el piretro, en las compuestas; el derris, el cubé y el timboá en las leguminosas; el eléboro, en las liliáceas, y la anabasina, en las quenopodiáceas. La anabasina se encuentra también en las solanáceas.

No se sabe quién descubrió primero el valor de las plantas como insecticidas. Los romanos dividieron los venenos en tres grupos: animales, vegetales y minerales. Usaron dos especies de eléboro falso en medicinas y en polvos raticidas e insecticidas. Los chinos descubrieron el valor insecticida del derris.

Desde 1927 los químicos de la Oficina de Entomología y Cuarentenas Vegetales han hecho investigaciones sobre los principales insecticidas de origen vegetal, como la nicotina, la nornicotina, la anabasina, lo rotenona, el deguelin y otros rotenoides, el cuasin y las piretrinas. También han trabajado sobre más de 450 plantas con el intento de descubrir nuevas fuentes de esos y otros insecticidas, así como también atrayentes, repelentes y auxiliares. Han averiguado que muchas de las especies de las 170 familias no justifican nuevas investigaciones y que la clasificación botánica no es un guía seguro para la búsqueda de insecticidas vegetales.

Los insecticidas vegetales son sólo una fracción pequeña de las sustancias insecticidas que se utilizan cada año. Pero en el descubrimiento de nuevos insecticidas merecen consideración cuidadosa: a menudo son muy eficaces contra muchos insectos dañinos que no se combaten con éxito por medio de insecticidas inórganicos. Con frecuencia los insecticidas vegetales son relativamente no tóxicos para el hombre y para otras plantas. Los residuos de aspersiones venenosas sobre frutales y legumbres ponen en peligro la salud pública. La relativa innocuidad para el hombre de los insecticidas vegetales contribuye a mantenerlos en uso.

En este artículo estudio los insecticidas vegetales comerciales y otras plantas que parecen prometedoras como insecticidas. Aquí se incluyen sólo plantas de los órdenes superiores (fanerógamas). Se consignan alfabéticamente de acuerdo con la familia y el género de la planta. Las plantas son suficientemente prometedoras para justificar estudios toxicológicos y químicos intensos.

Los órdenes inferiores de las plantas (criptógamas) comprenden las algas, los hongos, los musgos, los helechos y las colas de caballo o equisetos. También puede merecer la pena un estudio más completo de ellos.

Aesculaceae (familia del castaño de Indias). El castaño de Indias de California se llama científicamente *Aesculus californica.* El castaño de Indias es un árbol o arbusto muy estimado para calles y jardines. Da sombra más densa que cualquier otro árbol cultivado. George H. Vanseli y sus colaboradores de California descubrieron que las abejas que se alimentaban de las flores del castaño de Indias se paralizaban y morían. Pero los informes de otros investigadores revelaron que variaba el valor insecticida de las especies de la familia del castaño de Indias.

Annonaceae (familia de la anona). El género *Annona* comprende como 90 especies de árboles y arbustos, principalmente en la América tropical. En Ingla-

terra, S. H. Harper, C. Potter y E. M. Gillham, extractaron con éter las semillas y raíces de la *Annona reticulata* y la *A. squamosa*. La solución de éter de petróleo de ese extracto a O° C. precipitó una materia insecticida 50 a 100 veces más potente que el extracto de éter original. Tiene casi la misma toxicidad que la rotenona contra ciertos insectos. Debieran proseguirse los trabajos sobre la anona.

Apocynaceae (familia del matacán). La Haplophyton cicimicidum, la planta de la cucaracha, se ha usado en México para combatir las cucarachas, moscas, mosquitos, pulgas, piojos y otros insectos. Las hojas secas son tóxicas para la mosca mexicana de la fruta. El extracto acuoso de los tallos de las plantas que crecen en Arizona es tóxico para las moscas domésticas adultas. El alcaloide crudo de esta planta es eficaz contra la mayoría de los insectos. Es tan tóxico como el piretro para la chinche de la calabaza.

Boraginaceae (familia de la borraja). Heliotropium peruvianum. La familia de la borraja comprende muchas plantas de jardín bien conocidas y a menudo se le llama familia del heliotropo. El compuesto heliotropina fue uno de los mejores productos químicos que se probaron en contra del piojo del cuerpo, no es tóxico para la piel y cuando se usa con manteca de cacao dura más de 168 horas.

La Tournefotia hirsutissima se usa en Haití como insecticida general.

Cannacea (familia del cañacoro). La mayoría de los miembros de esta familia tienen raíces tuberosas, hojas anchas y espléndidas y flores vistosas. Las hojas y los tallos de las plantas de esta familia contienen un insecticida que da resultados similares a los del tabaco en la fumigación de invernaderos.

Celastraceae (familia del celastro). El Tripterygium wilfordii, la vid dios del trueno, es una planta insecticida común en el sur de China. El veneno se encontró en la corteza de las raíces. M. Beroza investigó su química e informó que la wilfordina en una mezcla compuesta principalmente de dos alcaloides similares, la wilfordina α y β. Ambas son alcaloides de esteres activos como insecticidas. Las raíces pequeñas, frescas, molidas, son tóxicas para la primera etapa de las larvas de la palomilla de la manzana, de la palomilla de espalda de diamante y del gusano importado de la col. Los extractos alcohólicos de las raíces son más tóxicos. Las raíces pequeñas, pulverizadas, son aproximadamente la mitad de tóxicas que el piretro para las cucarachas norteamericanas. Las raíces medianas y largas no son tóxicas.

Chenopodaceae (familia del quenopodio). La *Anabasis aphylla* contiene el alcaloide anabacina, estrechamente relacionada con la nicotina. Es la única fuente comercial de este alcaloide. Principalmente crece en Rusia y no se encuentra en los Estados Unidos. La *Anabasis aphylla* está relacionada con la cizaña rastrera norteamericana. Mis ayudantes y yo extractamos en nuestro país anabasina de la *Nicotiana glauca*.

Clusiaceae (familia de la clusia). La *Mammea americana* se llama mamey, "mamey de Santo Domingo". Harold K. Plank, de la Estación Federal Experimental en Mayaguez, Puerto Rico, cree que este árbol indígena de las Indias Occidentales tiene mayores potencialidades insecticidas que cualquier otra planta que él haya examinado. El principio activo de las semillas maduras, la parte más tóxica, es un tipo de sustancia algo similar en composición y efectos a las piretrinas. Plank descubrió que seis de las nueve partes de la planta eran apreciablemente o altamente tóxicas para uno o más insectos. La corteza tiene poco material tóxico.

Cochlospermaceae. Cochlospermum gossypium. La goma de kutira aumenta la eficacia de las aspersiones con sulfato de nicotina. La kutira parece que es un sinérico para el sulfato de nicotina en su acción contra el áfido del frijol.

Compositae (familia del cardo o del aster). Esta gran familia de plantas comprende miles de hierbas, enredaderas, árboles y arbustos. La dalia, el crisan-

temo, el coreopsis, la caléndula, el aster, el cosmos y muchas otras flores de jardín son compuestas. A las flores secas del *Chrysanthemum cinerariaefolium* se les da el nombre de piretro. El piretro, un insecticida efectivo y seguro, se usa mucho en aspersiones caseras. En el piretro existen cuatro compuestos. Las piretrinas I y II y las cinerinas I y II. Las piretrinas prácticamente son innocuas para los animales de sangre caliente y se pueden usar sin peligro en las casas.

A la *Heliopsis scabra* se le llama ojo de buey. M. Jacobson, del Centro de Investigación Agrícola, descubrió que estas plantas contienen compuestos tóxicos para las moscas domésticas. Casi toda la materia tóxica se extracta por medio de éter de petróleo. Jacobson purificó el extracto de éter de petróleo y llamó scabrin a uno de los ingredientes tóxicos. W. A. Gersdoff y N. Mitlin, entomólogos del Departamento de Agricultura, informaron que el scabrin es comparable con el piretro en lo que respecta a su poder mortífero.

Cucurbitaceae (familia de la calabaza). A la familia del pepino se le llama a menudo la familia de la calabaza, del melón o de la calabacita. A la *Cucurbita pepo* se le llama comúnmente calabaza. Las hojas frescas de la calabaza restregadas sobre el ganado vacuno y los caballos repelen, según se dice, a las moscas. Los extractos de acetona de las semillas de la calabaza mataron las larvas del mosquito en los experimentos dirigidos por A. Hartzell y F. Wilcoxon, del Instituto Boyce Thompson.

Euphorbiaceae (familia del tártago). El *Croton tiglium* contiene aceite de crotón. La planta se cultiva en China, donde las semillas son la fuente de un insecticida hogareño. La planta tiene valor insecticida contra los áfidos. J. R. Spies, químico del Departamento de Agricultura, informó que un extracto de acetona de estas semillas era más tóxico para el pescadito de oro que el extracto de derris, y que la resina de crotón era más tóxica que la rotenona.

El *Ricinus communis,* que es el ricino o higuerilla, se dice que tiene algún valor insecticida. Si eso es verdad, el principio insecticida se presenta únicamente en ciertas condiciones con respecto a la variedad, a las prácticas de cultivo y al medio. Un sinérgico valioso se prepara con ácido undecilénico e isobutilamina, que resulta de la descomposición química cuando se calienta el aceite de higuerilla. Por la acción del ácido sulfúrico sobre el aceite de higuerilla, obtenemos un emulsificante útil para los aceites insecticidas.

Flacourtiaceae. Ryania speciosa. Los principios activos de la planta son alcaloides y tienen eficacia para combatir el barrenador europeo del maíz. Las raíces y los tallos contienen el insecticida, que se prepara comercialmente para usarse como polvos o en aspersiones.

Fagaceae (familia del haya). La *Castanea dentata* es la castaña norteamericana. F. W. Metzager y D. H. Grant descubrieron que un extracto curtiente y colorante comercial de la castaña norteamericana eran buenos repelentes en contra del escarabajo japonés.

Labiatae (familia de la menta o hierbabuena). Al *Ocium basilicum* se le conoce con el nombre vulgar de albahaca o albahaca dulce. En una prueba que se realizó con el aceite de albahaca a una concentración de 50 partes por millón mató el 95 por ciento de las larvas de los mosquitos, pero un extracto que se hizo de toda la planta no mató ninguna. H. D. Hively obtuvo una patente en 1940 para el uso de la planta como insecticida. Es eficaz como veneno de contacto contra las moscas, la catarinita de la papa y de otros muchos insectos.

Salvia officinalis o salvia de jardín. Las salvias se cultivan por sus flores y por sus hojas. Las hojas de algunas especies se utilizan para condimentos. En una prueba que hicieron Harzell y Wilcoxon encontraron que los extractos de acetona de las hojas mataron el 80 por ciento de las larvas del mosquito y los extractos de las raíces mataron el 95 por ciento.

Leguminosae (familia del guisante). La familia del guisante es uno de los

grupos más importantes de las plantas de huertas del mundo. El *Haematoxylon campechianum* es el palo de campeche. La palabra Haematoxylon es un compuesto griego que significa sangre y madera, por alusión al color rojo de la madera. Metzger y Grant informaron que dos extractos comerciales eran buenos repelentes contra el escarabajo japonés.

La *Milletia pachycarpa,* enredadera venenosa, merece nuevas investigaciones. Las semillas molidas matan varias especies de insectos. Los extractos de alcohol de las raíces de la China paralizan a los áfidos del frijol. La planta contiene grandes cantidades de saponina y rotenona y actúa como veneno por contacto y como veneno estomacal cuando se mezcla con jabón.

La *Mundulea sericea* o *M. suberosa,* es una planta insecticida prometedora. Se descubrió en la década de los treintas. Es una especie que produce rotenona. Son tóxicas las plantas de la India, pero las de varias localidades en Tangañica y Zanzibar caen dentro de dos divisiones principales, las de cortezas lisas, que son tóxicas, y las de corteza áspera y suberosa, que no son tóxicas.

Pachyrhizus erosus, o judía chuncha, o judía camote. En varios países tropicales las semillas de la planta de la judía chuncha se usan como insecticida y para matar peces. De acuerdo con las pruebas realizadas por R. Hansberry y C. Lee en los Estados Unidos, dio resultados prometedores contra el áfido y la conchuela mexicana del frijol.

A la *Tephrosia virginiana* se la llama cordón de los zapatos del diablo. Es una planta nativa pequeña y bonita que prefiere lugares abiertos, secos y algo arenosos. Se sabe desde hace mucho tiempo que tiene propiedades insecticidas. Las muestras más tóxicas de estas plantas son un poco más venenosas que el piretro, pero menos que el derris. Resultó prometedora contra cinco especies de insectos como aspersión venenosa de contacto. El Departamento de Agricultura, en su *Boletín Técnico* num. 595, esboza el estudio de las posibilidades que tienen los cordones del diablo como fuente comercial de insecticidas.

Liliaceae (familia del lirio). El follaje, como los rizomas de la mayoría de las especies, contienen un jugo venenoso. El *Amianthium muscae toxicum,* un abrojo, promete algo como insecticida contra la mosca doméstica, la cucaracha, saltamontes y abejas. Es ineficaz contra las orugas de las tiendas y los áfidos. Los bulbos y las hojas reducidos a polvo se utilizan en espolvoreos. Los extractos con agua muestran un lento pero considerable efecto insecticida contra las larvas de la catarinita de la patata y las cucarachas.

El *Malanthium virginicum,* flor en racimo. En 1911, L. H. Pammel demostró que la flor en racimo se utilizaba desde hacía mucho tiempo como veneno para las moscas.

El *Schoenocaulon officinale* se conoce generalmente como sabadilla. En una tesis presentada a la Universidad de Wisconsin en 1943, R. J. Dicke examinaba 76 referencias a esta planta, que se venía utilizando como insecticida desde el siglo XVI. La Universidad de Wisconsin patentó un método para aumentar la toxicidad de la sabadilla, que consiste en calentar la semilla pulverizada en petróleo refinado u otro disolvente, a 150° C., durante una hora. La sabadilla es eficaz contra la chinche de la calabacita, la chinche del trigo, la chinche arlequín y las chinches *lygus.* En 1949 los científicos del Departamento de Agricultura comenzaron un estudio químico de los componentes de la semilla de la sabadilla.

Veratrum. A tres plantas se les llama popularmente eléboro: el *Veratrum album,* el *V. viride* y el *Helleborus niger.* El término de eléboro es incorrecto cuando se aplica a las dos plantas primeras. La última, que es el verdadero eléboro, crece en Europa y no es un producto comercial en los Estados Unidos. El *V. viride* es una planta americana. Las raíces pulverizadas de las dos primeras plantas impiden que salgan moscas domésticas del estiércol de caballo. En los

Estados Unidos, al *Veratrum viride* se le llama a menudo falso eléboro norteamericano, eléboro de los pantanos, saquito o bolsa de indio o hierba picante. Sus principios activos son alcaloides tóxicos para el hombre. Su valor insecticida para combatir los insectos masticadores sobre la fruta madura se debe a que pierde rápidamente su toxicidad cuando se expone a la luz y al aire.

Meliaceae (familia de la caoba). A la *Melia azedarach* se le llama cinamomo. Los extractos con agua de las bayas afectan poco a las cucarachas, pero son más tóxicos para las abejas melíferas. Las hojas aplicadas al suelo reducen mucho los ataques de las termitas. Un extracto alcalino de las frutas es eficaz contra los áfidos. A las plantas cultivadas que se rocían con extractos de hojas de cinamomo no las toca la langosta. El principio activo es soluble en agua caliente, alcohol, cloroformo o benceno, pero no en éter de petróleo.

Myrtaceae (familia del mirto). La *Pimenta racemosa* es la malagueta. El aceite de las hojas es tóxico para las larvas del mosquito. La malagueta se usó en Venezuela para matar insectos. Una patente extranjera incluye su uso en una mezcla de varias sustancias. Aplicado a la vestimenta de verano, protege al que la lleva contra los jejenes. Como cebo es eficaz para atraer a los escarabajos japoneses mezclando 90 partes de geraniol y 10 partes de aceite de las hojas de una especie de *Pimenta,* o 90 partes de anetol y 10 partes del aceite

Pedaliaceae. Sesamum indicum, ajonjolí, o sésamo. De las semillas se extrae aceite de ajonjolí, que contiene sesamina, sinérgico poderoso para el piretro. En la Segunda Guerra Mundial las Fuerzas Armadas usaron más de 40 millones de bombas para aerosoles que contenían piretro, gas licuado y aceite de ajonjolí. Las últimas bombas llevaban el 8 por ciento de aceite en las fórmulas. El aceite de ajonjolí también actúa como sinérgico para la rotenona.

Ranunculaceae (familia del ranúnculo). A la *Delphinium consolida* se la llama espuela de caballero. El aceite que se obtiene de su semilla probado como aspersión de contacto (emulsión al 2 por ciento) fue eficaz contra los ácaros arañas y los áfidos, pero tuvo poco valor contra otros insectos. Los alcaloides de esta planta fueron eficaces contra los insectos en diversos grados.

Rutaceae (familia de la ruda). La *Phellodendron amurense,* el alcornoque del Amur, es nativo en varios países asiáticos y en 1856 se introdujo en los Estados Unidos. La porción no saponoficable del aceite de las frutas es tóxico para las moscas domésticas en una solución de acetona, pero no en keroseno calentado a altas temperaturas. El residuo de la fruta, después de sacado el aceite, es tóxico para las larvas del mosquito, para las moscas domésticas y para las larvas de la palomilla del manzano. La sustancia es un veneno de acción rápida, como el piretro y la nicotina.

La *Zanthoxylum chavaherculis,* el fresno espinoso del Sur, contiene asarinina, compuesto estructuralmente relacionado con la sesamina y, como ésta, un buen sinérgico para el piretro contra las moscas domésticas. El fresno espinoso del Sur también contiene herculina, una sustancia picante muy tóxica para las moscas domésticas. Está relacionada estrechamente con otras varias isobutilamidas, aisladas anteriormente de las sustancias de la planta. Una pizca de la sustancia activa, cuando se coloca en la lengua, produce en ella y en las mucosas de los labios y de la boca un intenso efecto de parálisis y quemadura. La herculina tiene aproximadamente el mismo grado de acción paralizante y de toxicidad para las moscas domésticas que las piretrinas.

Sapindaceae (familia del jaboncillo). Sapindus marginatus. Este árbol, de una altura de casi 10 metros, es originario de Florida. Se planta alguna vez por simpatía o como adorno. La palabra sapindus está formada con *sapo,* vocablo latino que significa jabón, e *indo,* y alude a la costumbre que tenían los indios de usar las bayas como jabón; la pulpa hace espuma fácilmente como jabón. S. L. Hoover obtuvo una patente para el uso de las bayas del árbol como in-

secticida o como un insectífugo. Tres bayas protegen un *bushel* (36 litros) de trigo contra la infestación. En forma de líquido o polvo y mezclado con alimentos secos, repele a los gorgojos y otros insectos.

Simarubaceae (familia del ailanto o de la casia). Este árbol resiste el humo y el ambiente de ciudad, pero las flores machos tienen un olor muy fuerte que molesta a algunas personas. La corteza y la madera contienen principios insecticidas, que se usan únicamente en algunos cultivos.

Solanaceae (familia de la dulcamara o de la patata). La familia de la patata, llamada con frecuencia familia del tabaco o del tomate, comprende hortalizas que se cultivan en todo el mundo, narcóticos, drogas, tabaco y gran número de flores de jardín. La *Duboisia hopwoodii,* llamada pitura, es una especie australiana que se menciona con frecuencia en estudios sobre la nicotina. C. V. Bowen, químico del Departamento de Agricultura, analizó las hojas secas y ramas grandes y descubrió que las hojas contenían el 3.3 por ciento y las ramas grandes el 0.5 de nornicotina. H. H. Smith y R. C. Smith, del Departamento, estudiaron 26 especies silvestres de *Nicotiana.* Encontraron que 5 especies contenían el alcaloide nornicotina únicamente y 18 una mezcla de nornicotina y nicotina. La nornicotina es superior a la nicotina contra ciertos insectos. La nornicotina es más tóxica para un áfido del berro y para el áfido del guisante; de igual toxicidad aproximadamente para el áfido de la col, el arador rojo de los cítricos y otros ácaros arañas, pero menos tóxico para el descarnador del apio, la chinche grande de la hierba lechera y las larvas de la palomilla del manzano.

La *Nicandra physalodes* también se conoce como cerezo terrestre del Perú o planta espantamoscas. Repele a los insectos. En la India se usa como insecticida. Se cuentan de ella muchas cosas. La planta, esparcida por un cuarto, repele las moscas; en un invernadero hace que desaparezca la mosca blanca; unos centenares plantadas cerca de un establo guardá a los animales de ser molestados por las moscas.

La *Physalis mollis* es conocida comúnmente como cerezo terrestre liso. Thomas A. Nuttall la describió en 1834. Crece en todo el Estado de Oklahoma. Antes del descubrimiento de preparados para aspersiones contra las moscas se usó la planta fresca para combatir las moscas domésticas. Las hojas y los tallos machacados y mezclados con un poco de agua y azúcar matan a las moscas. L. E. Harris, de la Universidad del Estado de Ohío, aisló un glucósido en forma impura; fue tóxico para las moscas. También aisló un alcaloide, pero no fue tóxico para las moscas en las pequeñas dosis que se usaron.

La *Nicotiana glauca,* el árbol del tabaco, es una planta silvestre que se desarrolla rápidamente y que existe en Texas, Arizona y California. Patrick J. Hannan y yo adquirimos patentes que abarcaban dos métodos para la extracción de alcaloides de las especies de *Nicotiana,* entre ellos el alcaloide anabasina de la *Nicotiana glauca.* La anabasina es un alcaloide líquido que se parece mucho a la nicotina en sus propiedades físicas, químicas, toxicológicas e insecticidas. Se ha informado que es cuatro o cinco veces más tóxico que la nicotina para ciertos áfidos de importancia económica.

Especies de *Nicotiana.* Desde 1690 se han usado el tabaco y su alcaloide principal, la nicotina, como insecticidas. La nicotina forma sales con los ácidos, y la mayor parte de la nicotina usada como insecticida en los Estados Unidos lo es en forma de sulfatos. Se han analizado más de 29 especies de *Nicotiana* para conocer su contenido de alcaloides. Algunos tabacos norteamericanos que se utilizan para hacer puros de bajo contenido de nicotina tienen 0.7 por ciento de nornicotina. La octava parte de los alcaloides totales en ciertas muestras de soluciones comerciales de sulfato de nicotina era nornicotina. La mayor parte de las especies de áfidos se pueden controlar con concentraciones de una parte de

nicotina y mil partes de agua. La nicotina se recomienda sólo contra los insectos de cuerpos blandos y los de cuerpos diminutos, como los áfidos, las moscas blancas, las chicharritas, los psílidos, los tripsos, los ácaros arañas y algunos parásitos externos de los animales.

Stemonaceae. La *Stemona tuberosa,* o paipú, se conoce y se usa desde hace mucho tiempo en China como insecticida. Se dice que las decocciones de las raíces secas son tóxicas para los grillos, los gorgojos y las orugas de palomillas y mariposas. Un extracto alcohólico al 50 por ciento de la planta es eficaz contra los piojos y las pulgas.

Umbelliferae (familia de la zanahoria). La *Carum carvi* se llama alcaravea y contiene un aceite que ayuda a curar la pata escamosa de los pollos. Hertzell y Wilcoxon descubrieron que los extractos de acetona de la semilla mataron el 90 por ciento de las larvas del mosquito en que los probaron.

El *Conium maculatum,* la cicuta venenosa, contiene un alcaloide, la coniina, que tiene relación con la nicotina.

El *Coriandum sativum,* o cilantro, contiene un aceite que repele a los gusanos tornillo. Aplicado en una emulsión con petróleo para aspersiones al 2 por ciento mata los ácaros araña y los áfidos del algodón. El aceite de cilantro repele a las moscas domésticas, a las moscas verde botella *(Lucilia sericata)* y a las corónidas negras.

La *Pimpinella anisum* es el anís. Las ropas tratadas con una emulsión jabonosa de aceite de anís protege al que la usa de los piquetes de los jejenes. El aceite de anís repele a las corónidas negras, las moscas domésticas y las moscas verde botella.

Vitaceae (familia de la vid). Parthenocissus quinquefolia, o enredadera de Virginia. Una antigua referencia a ella dice que restregando un manojo de hojas sobre la parte infestada de un manzano y aplastando todos los áfidos velludos del árbol, al cabo de una semana éste queda totalmente libre de áfidos. En tiempos pasados no se podía conservar el árbol libre de áfidos en ningún momento.

El mundo de las plantas contiene muchos insecticidas útiles que aún no se han investigado. Solamente se han mencionado aquí algunos de ellos. Los entomólogos y los químicos han pasado por alto muchos miles de plantas en busca de un insecticida que mate a los insectos pero que sea al mismo tiempo innocuo para las personas y para los animales.

Caudo un científico descubre una planta útil como insecticida debe analizarla y descubrir los principios activos que contiene. El descubrimiento no es más que el primer paso hacia la utilidad comercial de la planta. Los pasos subsiguientes llevan tiempo y trabajo.

Que una planta sea venenosa para los otros animales o sea una mala hierba común rara vez atacada por los insectos no es indicio positivo de sus propiedades insecticidas. Los principios insecticidas pueden estar presentes en una o más de las partes siguientes: en las hojas u hojuelas, en las flores, en los pecíolos, en las semillas o en la cáscara de las mismas, en los frutos, en las ramitas o en las ramas, en las raíces, en la corteza y en la madera.

A menudo, la planta puede ser insecticida cuando está en tierra, pero el extracto de la sustancia no es venenoso.

Los agricultores y el público en general toman parte en el descubrimiento y desarrollo de nuevos insecticidas vegetales. El cultivo de nuevas plantas para insecticidas representa para el agricultor una utilidad nueva; el público adquiere productos del campo limpios y libres de insectos y de residuos venenosos. Desde 1947 las investigaciones del Departamento de Agricultura sobre insecticidas vegetales realizadas sólo en seis plantas —tabaco, ojo de buey, sabadilla, cordón

de los zapatos del diablo, enredadera dios del trueno y ajonjolí— han llevado a la publicación de 17 trabajos y a la concesión de tres patentes de servicio público.

LOUIS FEINSTEIN, *químico investigador, se incorporó en 1939 al Departamento de Agricultura. Ha publicado trabajos sobre vitaminas y alcaloides de la nicotina y patentó procedimientos para extraer de las plantas alcaloides y otras sustancias.*

Las pulverizaciones de aceite para los árboles frutales

P. J. Chapman, L. A. Riehl y G. W. Pearce

LOS ACEITES del petróleo se usan de diferentes maneras para combatir las plagas. Unos matan directamente a los insectos y ácaros por su propia acción. Otros aumentan la acción de otros insecticidas como co-tóxicos, disolventes y portadores, adhesivos o estabilizadores.

En las espolvoreaciones de aceite con agua que suelen aplicarse a los árboles frutales por lo general el aceite es la base o agente insecticida primario. Lo mismo puede decirse de los aceites que se usan para librar de mosquitos las aguas.

Se usan mucho fracciones pequeñas de petróleo como disolventes y portadores de muchos insecticidas. Un buen ejemplo son las primeras aspersiones que se usaron contra la mosca. La introducción del DDT y otros insecticidas orgánicos significó un gran aumento del uso del aceite como portador para aplicar insecticidas, especialmente los productos químicos que se utilizan para combatir las plagas hogareñas y de los edificios. Esas mezclas de aceite e insecticidas se aplican por lo general en forma de neblinas finas. También se pueden aplicar como nieblas térmicas cuando se calientan y se dispone de un generador adecuado para producir calor, lo cual le recuerda a uno las cortinas de humo que utilizan los ejércitos.

A menudo se añaden aceites a las fórmulas de aspersiones insecticidas y fungicidas, a los polvos y cebos envenenados, como agentes adhesivos, estabilizadores y condicionadores.

Fue el keroseno indudablemente el primer producto del petróleo que se usó en los Estados Unidos para combatir las plagas de las plantas. A. J. Cook, del Colegio del Estado de Michigan, presentó en 1877 una emulsión de keroseno y jabón que fue muy empleada para combatir los áfidos y los cóccidos.

Los entomólogos buscaron algo más eficaz y recurrieron al petróleo crudo, pero resultó demasiado dañoso para la mayoría de las plantas. Entonces se principió a buscar una fracción o serie de fracciones de petróleo que fueran altamente eficaces como insecticidas pero relativamente inofensivas para las plantas. En esta búsqueda se han hecho progresos.

Las aspersiones con aceite se usan con más frecuencia en horticultura para combatir los cóccidos y los ácaros, entre los que se encuentran muchas de las mayores plagas de nuestros frutales. Las rociaduras con aceite se usan también para combatir los psílidos (la psila de la pera), las chinches de las plantas (las chinches coloradas de la manzana), las chinches harinosas, los aleiródidos

(las moscas blancas y las moscas negras de los cítricos), tripsos, áfidos (recién nacidos), membrácidos (el torito o escarabajo cornudo) y otros. Las aspersiones de aceite destruyen rápidamente los huevos de muchos lepidópteros dañinos, como la palomilla del manzano, la palomilla oriental de la fruta, varios encarrujadores de las hojas y orugas defoliadoras. Estos insectos se combaten ahora más comúnmente en sus etapas larvarias con los nuevos insecticidas.

En nuestro país se emplean anualmente más de 57 millones de litros de aceite en aspersiones hortícolas. Emulsionados y diluidos al 2 por ciento, ascienden las aspersiones a unos 285 millones de litros, cantidad suficiente para aspersar una vez a 40 ó 50 millones de naranjos o manzanos.

Son de dos clases las aspersiones de aceite para los árboles: las destinadas a usarse en árboles frutales resistentes durante el período de descanso, que reciben el nombre de aceites para plantas en descanso, y las que se aplican al follaje de los árboles son los aceites de verano; los aceites que se usan sobre los cítricos en California se pueden clasificar como aceites de verano. Los dos grupos difieren principalmente en el grado de refinamiento del aceite y su espesor o viscosidad. Los aceites de verano se han refinado mucho más y son de peso más ligero que los aceites para plantas en descanso. La clasificación es arbitraria, y debido a que la tendencia ha sido hacia el uso de los llamados aceites para las plantas en descanso, después que principia el crecimiento, y hacia el empleo de productos más refinados, la distinción entre los aceites para plantas en descanso y los de verano han significado cada vez menos.

El primer paso importante en el refinamiento del petróleo es su división en fracciones por medio de la destilación. Las primeras que se destilan son las naftas de bajo punto de ebullición; después vienen las porciones de puntos de ebullición ascendentes como la gasolina, el keroseno, los aceites combustibles y, finalmente, las fracciones lubricantes. Los aceites para aspersiones hortícolas se derivan del aceite combustible y de las porciones lubricantes ligeras del petróleo; predominan los de la porción lubricante.

Los petróleos crudos varían mucho en su composición. Existen diferencias entre los crudos de los campos de mayor producción y aun entre los pertenecientes a un campo. Reconocemos tres tipos generales: de base parafínica, de base asfáltica o nafténica y de base mezclada o de crudos del centro del continente. Las aspersiones de aceite se han preparado con todas las clases de crudos. Los crudos de base asfáltica se utilizan en California debido principalmente a que el abastecimiento local de petróleo es de esa clase por lo general. Los crudos del centro del continente se usan más comúnmente al este de las Montañas Rocosas.

Antes de que entremos en especificaciones sobre los aceites que se utilizan en aspersiones hortícolas, conviene conocer su naturaleza.

Los aceites para aspersiones están compuestos esencialmente de hidrocarburos, compuestos que contienen hidrógeno y carbono. La disposición de los átomos de los dos elementos en moléculas individuales es variada y compleja. Sin embargo, sólo se encuentran tres clases fundamentales de estructuras de carbono: cadenas de parafina, círculos aromáticos y círculos de nafteno. Es posible determinar por análisis el porcentaje aproximado de cada clase de estructura en cualquier aceite. Como diremos más tarde, la composición del aceite tiene importancia grande tanto para la eficacia insecticida como para la seguridad de la planta. La composición que se puede encontrar en los aceites para aspersiones manufacturadas de crudos parafínicos y nafténicos es:

Tipo de aceite	Refinamiento	Porcentaje de cada estructura: Cadenas de parafina	Anillos de nafteno	Anillos aromáticos
Parafínico	Convencional	75	15	10
Nafténico	Acido moderado	50	40	10
Nafténico	Convencional	45	38	17

Los investigadores saben desde hace mucho tiempo que la innocuidad de los aceites para aspersiones para las plantas en hoja se relaciona con los aromáticos y otros no saturados que estén presentes. Ahora se está de acuerdo por lo general en que los aceites se pueden hacer cada vez más innocuos para usarlos en plantas siempre verdes y en plantas deciduas en su período de crecimiento, reduciendo el contenido de anillo aromático. Esto se puede conseguir en parte en las operaciones de refinamiento tratando el aceite con ácido sulfúrico fuerte o su equivalente. Las estructuras aromáticas y otras no saturadas reaccionan formando sulfonatos, que pueden separarse del resto del aceite. El proceso ha dado origen a la frase "residuo no sulfonatado o insulfonatado". (R. I.) * La frase es muy usada para indicar el grado de refinamiento del aceite o el grado en que está libre de estructuras aromáticas. Los aceites destinados a aspersiones para el follaje tienen valores I. R. que van de cerca del 90 al 96 por ciento. Los productos usados en árboles deciduos en período de descanso van del 50 al 90 I. R.

Hasta 1940, poco más o menos, se creyó que la composición del aceite tenía poca relación práctica con la eficacia insecticida de las aspersiones hortícolas. Pero desde entonces los estudios hechos en la Estación Agrícola Experimental del Estado de Nueva York y en otras partes han demostrado que la eficacia está relacionada con el grado parafínico, o parafinidad, de un aceite. Así, aumenta la eficacia a medida que se acrecienta el carácter parafínico de los aceites. La relación ha sido demostrada en el caso de las plagas más susceptibles a los aceites, tanto en árboles deciduos como en los cítricos. No se debe inferir que los llamados aceites nafténicos son aceites no satisfactorios para las aspersiones. Son en cierto sentido aceites de bajo contenido de parafina y, por tanto, se usan en concentraciones mayores en la mezcla para aspersiones a fin de obtener resultados iguales a los que se obtienen con los altamente parafínicos.

Otro factor que afecta al valor insecticida de un aceite es el tamaño de sus moléculas. Palabras más familiares pero menos exactas para expresar esta propiedad son viscosidad y pesantez relativa: los aceites de tamaño molecular pequeño, como el keroseno, por ejemplo, tienen poco valor individual para matar plagas hortícolas, pero parece que en cuanto a eso no existe ventaja en pasar más allá de cierto tamaño molecular.

Los DATOS SOBRE VISCOSIDAD y margen de ebullición son los criterios que más se usan en el comercio para indicar el tamaño molecular de un aceite. La viscosidad se mide a temperaturas determinadas registrando el tiempo necesario, en segundos, para que una muestra del aceite pase por una abertura stándard. Esto depende del principio de que el tamaño molecular regula la velocidad del escurrimiento, disminuyendo la velocidad a medida que aumenta el tamaño. Pero además del tamaño la velocidad de salida también se afecta por la forma de las moléculas. Esto significa que no bastan las medidas de la viscosidad para clasificar los productos en cuanto a su adecuación para espolvoreaciones hortícolas entre aceites de origen diferente. Por ejemplo, un aceite altamente parafí-

* En inglés U. R., de *unsulfonated residue.—(N. del T.)*

nico que tenga una viscosidad de sólo 50 segundos Saybolt a 100° F. (060° C.) puede ser más eficaz como insecticida que productos extremadamente nafténicos de 125-130 segundos. Las medidas de viscosidad son útiles para indicar variaciones de pesantez entre aceites de origen y manufactura comunes.

Una indicación más exacta del tamaño molecular de un aceite se puede obtener por los datos relativos al margen de destilación o de ebullición. Además, esta medida tiene dos ventajas sobre los datos de viscosidad para las aspersiones con aceites: indica el margen del tamaño molecular y permite una comparación práctica bastante exacta, en cuanto a valor insecticida, aun entre aceites de composición distinta.

El Departamento de Agricultura de California estableció en 1932 normas de tiempo de destilación para regular la venta de aceites para aspersiones en ese Estado. Se establecieron cinco grados de aceites de verano para rociar el follaje, y tres grados de aceites para plantas en descanso, basados sobre un mínimo de R. no S. * y el porcentaje del producto destilado a 636° F. (unos 362.5° C.). El sistema no ha sido adoptado generalmente, pero ha dado buenos resultados en la costa Oeste, debido en parte a que los aceites para aspersiones en la zona se hacen de la misma clase general de petróleo crudo.

Las aspersiones con aceite matan insectos y ácaros por la que parece ser esencialmente una acción de asfixia. Al envolver la plaga con una película continua de aceite, éste impide la respiración y por último causa la muerte. Esta es la conclusión que se saca de los estudios hechos por E. H. Smith y G. W. Pearce, que usaron huevos de la palomilla oriental de la fruta como individuos de prueba. Que la acción es principalmente física se demostró por la capacidad de algunos huevos para sobrevivir después de estar expuestos 24 horas a una dosis mortal de aceite. En el experimento, el aceite se quitó 24 horas después de la aplicación, utilizando un aceite solvente.

Resultados parecidos se obtuvieron anteriormente siguiendo esta técnica con los huevos de invierno del enrollador de la hoja de los árboles frutales. En ese caso, algunos huevos hicieron eclosión después de haber estado expuestos una semana a un sedimento que hubiera matado todos los huevos si no se hubiera quitado.

Las aspersiones de aceite pueden matar formas recién nacidas de insectos esencialmente en la misma forma que se ha descrito para los huevos. En vez de un cambio directo de gases a través de la pared o concha, como en el caso del huevo, la respiración, en formas recién nacidas, se realiza por lo general por aberturas —espiráculos— del cuerpo conectadas con tubos ramificados que se extienden al interior (el sistema traqueal). Parece que la muerte la causa el aceite que penetra en la tráquea y la obstruye, produciendo la asfixia. En sus estudios sobre la escama roja de California, Walter Ebeling encontró que el camino usual del aceite en el insecto propiamente dicho es por debajo de la escama que lo cubre desde el borde. Algunos aceites penetran directamente a través de la armadura. Además de matar a los individuos que toca, una película de aceite sobre las plantas impide el establecimiento de los jóvenes que puedan nacer unos días después del tratamiento. Este efecto residual es una parte importante de la acción total que se lleva a cabo para controlar los ácaros de los cítricos y los insectos escamas.

El aceite y el agua, a pesar del antiguo proverbio, pueden mezclarse y formar emulsiones en las que el aceite se dispersa en gotitas menudas en el agua.

* Iniciales de "Residuo no Sulfonado", en inglés N. R., de *Unsulfonated Residue*.— *(N. del T.)*

El aceite se aplica por lo general a los árboles frutales en forma de emulsiones que contienen cerca del 1 al 4 por ciento de aceite aproximadamente. Las emulsiones se preparan agitando y añadiendo una sustancia conocida como agente emulsivo, que reduce la tensión interfacial.

Los aceites se aplican como emulsiones primordialmente para regular la cantidad de aceite depositada sobre la planta. Esto es importante: existe una relación bastante directa entre el aceite que se deposita y la eficacia insecticida y el daño de la planta. El objeto es poner un sedimento suficiente para matar las plagas presentes, pero más reducido que el que pueda causar daños a la planta. A menudo el margen de operación es muy estrecho. La cantidad del aceite que se deposita se determina principalmente por cuatro factores: la fuerza del aceite en la mezcla para asperjar, la clase y cantidad del agente emulsivo que se usa, la naturaleza de la superficie de la planta que se asperja y la cantidad de rocío que se aplica.

El primer requisito de un agente emulsivo es, por supuesto, que produzca una emulsión satisfactoria. Deberá también mantener una concentración uniforme del aceite en todo el volumen de la emulsión diluida en el tanque para asperjar. Estas condiciones se pueden realizar formando emulsiones altamente estables. Desafortunadamente, las emulsiones estables por lo general depositan poco aceite cuando se asperjan. Para obtener por lo menos propiedades moderadas de depósito de la mezcla hay que sacrificar algo de la estabilidad. La agitación puede, en realidad, disminuir mucho esta desventaja. Las máquinas más modernas para aspersiones están equipadas con sistemas de agitación que permiten el uso de emulsiones relativamente inestables.

La influencia del emulsivo puede ser grande por lo que respecta a la cantidad de aceite que se deposita en las aspersiones. Una emulsión preparada con un emulsivo puede depositar tanto aceite sobre la planta con una concentración del 1 por ciento como otras que se usen al 2, al 3 y aun al 4 por ciento. Pueden esperarse diferencias mayores en los depósitos o sedimentos al cambiar la cantidad del emulsivo. La proporción del depósito para un emulsivo dado por lo general decrece a medida que aumenta la cantidad usada.

Otro factor es la naturaleza de la superficie de la planta, ya sea la corteza, las hojas o el fruto, o, en realidad, ya sea corteza nueva o vieja, fruto maduro o inmaduro, o, con frecuencia, la superficie superior o inferior de las hojas. El factor superficie es menos importante cuando se trata de árboles frutales deciduos durante el período de semidescanso, en el que tienen lugar variaciones relativamente pequeñas en la superficie de la corteza. El tratamiento de los árboles con hoja es otra cosa. El factor superficie es de importancia especial cuando se trata de cítricos, al combatir plagas como la escama roja de California, que se presenta en todas las partes del árbol. Si hay que combatir una plaga sobre dos o más tipos de superficies, debe de proporcionarse la cantidad de emulsivo en tal forma que caiga sobre las superficies por lo menos una dosis mínima eficaz.

Así, pues, todas las recomendaciones para aspersiones con aceite deben tener en cuenta la concentración de aceite en la mezcla y la proporción de aceite que se va a depositar. Ha habido una tendencia a ajustar las proporciones del depósito a normas generales.

Es probable que ninguna norma sobre la sedimentación del aceite sea satisfactoria para todos los usos. Cuando hay que controlar rígidamente los depósitos de aceite, como en las aspersiones de árboles de sombra muy sensibles al aceite durante el período de descanso, y de árboles frutales deciduos en hoja, está indicada una emulsión relativamente estable y de poco sedimento. Pero los árboles frutales deciduos son relativamente tolerantes al aceite en los períodos de descanso, y entonces tiene poca importancia una aplicación un poco excesiva

a todo el árbol o a parte de él. Consecuentemente, pueden usarse entonces emulsiones menos estables sobre árboles frutales.

Los productores pueden comprar un producto oleáceo al que se ha incorporado un agente emulsivo, o comprar el aceite puro y el emulsivo por separado y preparar la emulsión ellos mismos en la máquina rociadora inmediatamente antes de usarla. La máquina se llama tanque mezclador. Emulsiones de fuerza aspersiva satisfactoria pueden prepararse en dicho tanque, así como usando preparados comerciales. La mezcla en tanque cuesta menos, pero las fórmulas de fábrica tienen las ventajas de la comodidad en el manejo y de la uniformidad de acción.

Los aceites comerciales para aspersiones son de dos clases: emulsiones concentradas y aceites emulsibles. A este segundo tipo se le aplican también las denominaciones de aceites emulsivos, aceites miscibles y aceites solubles. Las emulsiones concentradas —emulsiones hechas en un estado concentrado— parecen una pasta blanquecina y tenue, y por lo general contienen el 83 por ciento de aceite por volumen. Las emulsiones concentradas fluirán fácilmente a través de un bitoque de dos pulgadas para tambores de metal.

Los aceites emulsibles son un aceite en que se han disuelto uno o más agentes emulsivos. Por lo general contienen del 95 al 99 por ciento de aceite y muchas veces parecen aceites puros. No son emulsiones en el estado en que se venden, pero producen emulsiones cuando se añaden al agua en el tanque de aspersión. Varían en la prontitud en que se forma la emulsión en el tanque. Algunas fórmulas producen una emulsión instantáneamente; otras necesitan una agitación preliminar en presencia de pequeñas cantidades de agua. Algunas autoridades prefieren designar el primer tipo de producto como aceites miscibles, reservando el término de aceite emulsible para el último. Aunque los aceites llamados miscibles se emulsionan rápidamente, dejan pequeños depósitos de aceite cuando se rocían.

El procedimiento del mezclado en el tanque es completamente simple en principio. Una mezcla con aceite al 2 por ciento se puede preparar en la forma siguiente en una máquina de alta presión para rociar huertos equipada con un tanque de 1,420 litros: con la máquina en marcha, se echa agua suficiente en el tanque para que funcione la bomba —de 57 a 76 litros—. Se añade el agente emulsivo al aceite (que en este ejemplo deben ser 30.4 litros). Después se abre la pistola rociadora dirigida hacia el interior del tanque y se deja abierta por 1 ó 2 minutos. La circulación del agua, del aceite y del emulsivo a través de la bomba y su descarga o inyección a una presión alta en el tanque efectúa la emulsificación. En ese momento la mezcla debe tener un aspecto cremoso uniforme. El paso final es llenar el tanque con agua, quedando la mezcla lista para usarse.

El procedimiento anterior producirá el tipo de emulsión mezclada en tanque más satisfactoria, pero no es absolutamente necesario pasar la mezcla por la pistola de aspersión. En la zona de cítricos de California una práctica general es esperar un minuto o dos antes de llenar el tanque para que los agitadores formen la emulsión. Un mejoramiento de esa práctica es hacer funcionar las bombas a toda la presión durante el mezclado antes de llenarse.

Muchos agentes emulsivos se pueden utilizar en el tanque para el mezclado. Se ha usado mucho la albúmina de sangre. En California se usa un producto al 25 por ciento en la proporción de 112 gramos por cada 380 litros de emulsión fuerte. Para Nueva York se aconseja una proporción de 224 gramos.

Por lo general no causa daños la aplicación de una cantidad de mezcla mayor de la necesaria para cubrir todo el árbol o una parte de él. Existe un límite para la cantidad de aceite que se puede depositar en aspersiones continuas cuando se usan emulsiones más diluidas. Esto está fuera de este tema. Una excepción importante es cuando parte de un árbol debe ser asperjada dos veces

con un período seco entre las dos aspersiones. Esta situación puede aparecer cuando los productores siguen la práctica de rociar un lado de la hilera cuando el viento, por ejemplo, sopla del Oeste, rociando días más tarde el lado Este al cambiar el viento. Se depositará casi dos veces más aceite en cualquier parte de los árboles donde se traslapen los rocíos aplicados. Es conveniente cubrir todo el árbol en una sola operación. Si cada uno de los lados de la hilera se asperjan separadamente, el lado opuesto debe tratarse 15 ó 20 minutos después, o antes que se seque la primera aplicación en la primera mitad.

Las aspersiones con aceite de petróleo se han usado en los cítricos desde 1900, aproximadamente. El control comercial de las plagas más grandes en la mayoría de los distritos de cítricos de California se puede mantener con una sola aplicación anual de una aspersión de aceite. Este programa, el más económico de los que existen, se ha utilizado mucho en California. La posición de predominio de las aspersiones oleosas sobre los cítricos está siendo amenazada por la búsqueda continua de insecticidas más eficaces y que carezcan de los efectos objetables sobre los árboles y la fruta que se le atribuyen al aceite.

En Florida se siguen prácticas diferentes en las aspersiones de aceite sobre los cítricos, debido a las diferencias en clima, prácticas de cultivo, variedades y venta. Los árboles de cítricos en Florida son manifiestamente más tolerantes a las aspersiones con aceite que los de California; por lo menos parece haber en Florida una mayor latitud en las clases de aceites que pueden usarse en los cítricos con relativa seguridad. En 1945 los productores de Florida usaron aceites que tenían una viscosidad de 69 a 108 segundos Saybolt a 100° F. (unos 57° C.) y del 75 al 92 por ciento de R. no S. Se emplearon productos de tipo nafténico y parafínico. Las prácticas en California fueron más uniformes; los aceites se prepararon con casi la misma clase de crudo (base-nafténica de California), refinado a un R. no S. del 90 por ciento o más alto, y se disponía de ellos en una serie de fracciones de ebullición relativamente estrechas.

En 1932 el Departamento de Agricultura de California estableció especificaciones para los aceites de aspersión que se basaban sobre determinadas normas de R. no S. y de destilación. La última propiedad se midió como el porcentaje del producto destilado por encima de los 381.5° C.

Se establecieron cinco grados para los aceites utilizados en los árboles de frutas cítricas: ligero, medio ligero, medio, medio pesado y pesado. Las normas mínimas necesarias para cada grado se dan en la tabla que se inserta en la página 263. El keroseno y el petróleo para quemar se incluyen también porque en algunas ocasiones se han aplicado en los cítricos.

Las rociaduras de aceite sobre los cítricos se usan por lo general en California en una concentración del 1.66 al 1.75 por ciento, proporción usada en tanques mezcladores o cuando se emplean aceites emulsibles comerciales. Las de emulsiones concentradas —con el 80 al 85 por ciento de aceite— se usan comúnmente con una fuerza del 2 por ciento. El plan general fue conservar más o menos constante la dosis de aceite en la mezcla de aspersión y variar la pesantez del aceite para obtener los resultados que se desean en el control de la plaga o como lo dicte la tolerancia del árbol. En general, la eficacia del control de una plaga, así como los peligros de dañar a la planta, aumentan a medida que acrece la pesantez de los aceites que se utilizan.

La consideración principal es la selección del grado apropiado y la tolerancia del árbol es un factor limitante. Hay que tener en cuenta la clase de cítrico que se va a tratar, el insecto o ácaro presente, el distrito general, la experiencia previa con aceite en el huerto particular o en la localidad, así como la estación. Los factores están interrelacionados.

ACEITES PARA ASPERSIONES QUE SE USAN EN CALIFORNIA EN LOS CÍTRICOS

Grado	*Mínimo de R. no S. (porcentaje)*	*Destilado a 362.5° C. (porcentaje)*	*Viscosidad* en segundos Saybolt a 57.7°C.
GRADOS STÁNDAR PARA LOS ACEITES QUE SE ASPERJAN SOBRE EL FOLLAJE			
Ligero	90	64-79	55- 65
Medio ligero	92	52-61	60- 75
Medio	92	40-49	70- 85
Medio pesado	92	28-37	80- 95
Pesado	94	10-25	90-105
ACEITES LIGEROS UTILIZADOS EN OCASIONES EN LOS CÍTRICOS			
Keroseno	95	100	(1)
Keroseno sin olor	98	100	(1)
Petróleo para quemar	91	95	40-50

(1) Los valores de viscosidad de los aceites más ligeros que el petróleo para quemar son mucho menores; son difíciles de obtener determinaciones comparables y relativamente no tienen importancia.

La tolerancia de los frutos cítricos en California se puede registrar en el orden decreciente que sigue: limón, toronja, naranja valenciana, naranja navel, tangerina y lima. Por lo general se aplica aceite más pesado a los limones que a las naranjas.

Los ácaros y los insectos escama comprenden los dos grupos mayores de las plagas de los cítricos susceptibles a los aceites. Los insectos escama sin armadura, como la escama negra y la escama citrícola, se pueden combatir con aceite de grado más ligero que las especies con caparazón, como la escama roja de California, la escama amarilla y la escama púrpura. Un aceite medio ligero se considera suficiente para las escamas sin caparazón.

Los productores que necesitan un solo tratamiento anual para combatir las escamas con caparazón aplican, por lo general, un aceite de grado medio en los naranjos y un medio pesado en los limones. Un control satisfactorio de la escama roja de California se obtiene en algunas localidades con dos aplicaciones —una en primavera y otra en otoño— de un aceite medio ligero.

Las aspersiones de aceite aplicadas para combatir los insectos escama también controlan el ácaro rojo y el ácaro de la yema de los cítricos. De hecho, en ciertas localidades se pueden aplicar rociaduras de aceite primordialmente para controlar los ácaros. Aparentemente, la pesantez del aceite no es un factor en el control del ácaro de las yemas de los cítricos, pero contra el ácaro rojo existe un correlación entre la amplitud del período de protección proporcionado por el tratamiento y la pesantez del aceite.

En el sur de California los cítricos se cultivan en tres zonas de clima distinto: la de la costa, la intermedia y la del interior. Por lo general los árboles de cítricos son más tolerantes a los rocíos de aceite en la zona costera más fría que en la que es la zona interior más caliente y más árida. La experiencia ha demostrado que los aceites más pesados que los medio ligeros no se deben de usar sobre los naranjos en el interior, aunque los limones pueden tolerar por lo general un aceite de grado mediano. Por contraste, un aceite medio pesado (o en ocasiones un aceite pesado) se puede usar en los limones en la zona de la costa. El aceite medio puede usarse sobre naranjos en la zona intermedia y un medio pesado sobre limones.

En California las rociaduras de aceite se aplican más comúnmente desde los últimos días de julio hasta fines de septiembre. Se elige un período en que predo-

minan las fases más jóvenes y más susceptibles de los insectos escama. Los productores de limones se inclinan a retrasar el tratamiento hasta octubre y noviembre para evitar altas temperaturas, que podrían traer como consecuencia la caída de la fruta si se presentan inmediatamente después de hecha la aplicación.

La mayor parte de los efectos graves con que se tropezó al empezar a usarse rociaduras con petróleo, como las quemaduras y el endurecimiento de las hojas y la caída del fruto, se han vencido con el uso de mejores aceites, dosis de efectos mínimos y épocas más adecuadas para las aspersiones. Pero subsisten ciertos efectos más sutiles. Por ejemplo, ha quedado bien sentado que el jugo de las naranjas de los árboles rociados con aceite tienen, por lo general, un contenido total más bajo de sólidos solubles que las provenientes de árboles no tratados o de árboles fumigados con cianuro de hidrógeno. El sabor de la fruta está vinculado con los sólidos solubles; cualquier reducción apreciable de estos elementos es indeseable.

Entre otras dificultades que se atribuyen a las rociaduras con aceite se cuentan: el retraso del color en la cáscara de la fruta; la enhibición de la "gradación" —desarrollo del color con gas etileno— de la fruta después de cosechada; la acentuación de la "mancha de agua", cualidad de las naranjas navel cultivadas en ciertos distritos de California, y en Florida una posible predisposición de los árboles a perjudicarse con el invierno. Las dificultades del retraso del color de la cáscara pueden reducirse por medio de rociaduras en la estación recomendada y evitando las aplicaciones inmediatamente antes de la cosecha.

Se ha sospechado —erróneamente— que las rociaduras con aceite bajan los rendimientos de las cosechas, reducen el tamaño de la fruta, aumentan la tendencia de los tallos y de las ramas pequeñas a secarse y amenguan el vigor general de los árboles.

Compuestos de dinitro, como el dinitro-*o*-ciclohexilfenol, y azufre se pueden aplicar a los árboles cítricos. Ninguno de los dos es compatible con las aspersiones de aceite y no se debe usar en combinación con ellas. Además, puede causarse daño si se aplica una rociada de aceite dentro de las 2 semanas de un tratamiento con dinitro, o hasta dos meses si se hace después de usar azufre.

Las rociadas se deben hacer siguiendo todo lo cerca que sea posible a una irrigación, y deben interrumpirse cuando es evidente que las temperaturas subirán por encima del máximo seguro o no perjudicial para el distrito. Puede ser posible evitar el daño trabajando durante las horas más frías del día, pero es mejor suspender el trabajo cuando se pronostican días sucesivos con temperaturas altas. Para la región costera de California la temperatura máxima segura son los 80° F. (unos 26.7° C.), y para el distrito interior los 95° F. (unos 35° C.). Las rociadas también se deben evitar durante períodos de humedad muy baja o de heladas posibles.

Las dificultades relativas a la caída de la hoja —y del fruto— se reducen mucho poniendo en el aceite para rociar un poco de alguna sustancia reguladora del crecimiento, como el 2,4-D. Esta recomendación nace de las investigaciones hechas por W. S. Stewart, L. A. Riehl y otros en la Estación Experimental de Cítricos, en California. Las dosis sugeridas, en equivalente en ácido, son de 4 pares por millón en preparaciones de esteres, o 8 p.p.m. de sales metálicas o alkanoaminas. Las cantidades se refieren a las concentraciones de 2,4-D que aparecen en la mezcla diluida para rociar.

También se puede añadir la criolita compuesta a las aspersiones de aceite para ahorrar el costo que representa hacer un tratamiento separado. La criolita se aplica para combatir el tortrix de la naranja y las especies similares. Se dice que la rotenona aumenta la eficacia de las rociadas de aceite contra los insectos escama; las aspersiones de aceite rotenonizados pueden ser útiles contra la escama

negra, pero no resultaron suficientemente eficaces contra la escama roja de California para justificar una recomendación general.

Las aspersiones de aceite se aplican por lo general en California con equipos rociadores de alta presión montados sobre camiones. La rociada se efectúa desde tierra con mangueras de lona de 18 a 22.50 metros y pistolas de un solo pulverizador. El equipo más satisfactorio tiene también una torre de piezas enchufadas que funciona hidráulicamente, que termina en una plataforma, que permite a un hombre trabajar a una altura de 10 metros, de suerte que puede cubrir las copas de los árboles. Normalmente un equipo tiene dos operarios rociadores, uno el hombre de la torre y otro el conductor del camión.

Para combatir la escama roja, particularmente, se debe de rociar el interior del árbol en forma tan completa como el exterior. La fructificación de los cítricos es a menudo densa, y rociando sólo desde afuera no puede lograrse que la aspersión afecte a todo el árbol. Para llegar a la parte interior, la mayor parte de los rociadores meten su pistola rociadora entre el follaje en cuatro puntos alrededor de la circunferencia.

Para reducir los costos de mano de obra los productores están interesados en el invento de medios más mecanizados para asperjar. Han dado resultado varias bombas verticales para rociar, especialmente cuando se trata de cubrir rápidamente la parte exterior. Otro equipo trabaja bajo el principio de llevar el líquido al interior del árbol por medio de una corriente de aire. Pero las bombas verticales y las máquinas que lanzan corrientes de aire no habían sido adaptadas para uso general en los cítricos de California el año de 1952.

Como ya indicamos, los cítricos de la Florida no son, indudablemente, tan sensibles a las rociadas de aceite como los de California. En consecuencia, los productores pueden usar gran variedad de aceites. La concentración habitual de aceite en Florida es alrededor de 1.2 al 1.33 por ciento de aceite efectivo. Se considera que el mes de julio es la época más apropiada para aplicar las aspersiones. Los tratamientos que se hacen en esta época combaten bien a los insectos escama y evitan los efectos desfavorables que pueden resultar del abuso de las aspersiones. Equipos de alta presión y máquinas a base de corrientes de aire son muy usados en la Florida por los productores de cítricos.

Los árboles frutales deciduos por lo común se tratan con aspersiones de aceite en primavera, cuando los árboles se encuentran en semidescanso. Aceites altamente refinados solían incluirse en muchas aspersiones de verano, pero la práctica se ha reducido mucho desde la introducción del DDT, el paratión y otros tóxicos nuevos que han reemplazado en gran proporción a los aceites de verano.

Existen diferencias considerables entre los Estados del Este y del Oeste en la clase de aceites y la manera de usarlos. La costumbre explica en parte las diferencias. Otros factores comprenden el abastecimiento de petróleo, el clima y las plagas de que se trate.

En la zona noroeste del Pacífico las rociadas de aceite se aplican en primavera, antes de que aparezca cualquier tejido verde en las yemas. Si el aceite se usa sólo en las aspersiones para árboles en período de descanso, es de una concentración del 3 al 4 por ciento. Se aconseja este tratamiento para la escama San José, el piojo saltón del peral y el ácaro rojo europeo y el del trébol, que pasa el invierno en forma de huevo.

Otra práctica del Noroeste es la combinación del aceite con líquido sulfuroso-calizo para tratar árboles en descanso; el aceite se usa en una concentración del 1 o el 2 por ciento y el líquido sulfuroso-calizo al 3 por ciento. Esta combinación es eficaz contra los insectos escama, como el ácaro carralejo de la hoja del peral y el ácaro del moho de la manzana; si se usa aceite al 2 por ciento des-

truirá también los huevos de invierno del ácaro rojo europeo y del ácaro del trébol.

Los aceites para los árboles en período de descanso que se utilizan al oeste de las Rocosas se hacen de petróleos crudos de California. Las especificaciones piden un aceite de una viscosidad de 100-120 segundos Saybolt a 100° F. (unos 38° C.) y que deje un residuo sulfonado de 50 a 70 por ciento.

Algunos canadienses se han decidido por los aceites más viscosos de los que por lo general se recomiendan en los Estados Unidos. Prefieren los productos con viscosidad de 200-220 segundos. Los aceites que se usan en la Columbia Británica son nafténicos, producidos con crudos de California. En la Columbia Británica se prefieren aceites de viscosidad más pesada porque se cree que son más seguros y aparentemente más eficaces que los aceites nafténicos de 100-120 segundos.

Los PRODUCTORES DE FRUTA de los Estados del Noroeste comúnmente aplican rociaduras de aceite cuando principia la estación, después de haber aparecido en las yemas algún retoño nuevo, más bien que en el período de completo descanso. En los manzanos eso evita la combinación de aceite con insecticidas de dinitro, que deben aplicarse cuando las yemas están en descanso. Las mezclas de dinitro y aceite pueden causar daños serios a las yemas. Otra razón para la aplicación tardía es que en esta época se matan más huevos del ácaro rojo europeo. Los huevos adquieren una susceptibilidad cada vez mayor a los aceites a medida que se acerca el período de eclosión. Con una aspersión de aceite al 2 por ciento aplicada en la etapa retrasada de descanso puede esperarse una matanza mayor de huevos de ácaro que con la misma aplicación de aceite en el período de descanso y a una concentración del 4 por ciento. Los manzanos se considera que están en la etapa retrasada de descanso cuando aparece aproximadamente media pulgada de tejido de hoja en los capullos abiertos.

PARA GARANTIZAR una seguridad razonable en los aceites que se usan en las plantas en período de descanso una vez que aparecen los primeros brotes, fueron necesarios aceites diferentes a los usados anteriormente en el Nordeste (y que aún se utilizan en el Noroeste). Estos aceites, llamados aceites superiores para la aspersión de árboles en descanso, se perfeccionaron mucho como resultado de la investigación hecha por los químicos y los entomólogos de la Estación Agrícola Experimental del Estado de Nueva York. Los aceites los emplean mucho los horticultores de Nueva York y se están aceptando rápidamente en todo el Noreste. Tienen las especificaciones siguientes:

Viscosidad (de 90 - 120 segundos Saybolt a	57° C.)
Índice de viscosidad (cinemática)	90 (mínimo)
Gravedad (grados A. P. I.) *	30 (mínimo)
Residuo no sulfatado (A. S. T. M.) **	90 (mínimo)
Punto de fluidez	No mayor de 1.11° C.
Homogeneidad	Una porción de petróleo con un punto de ebullición, para el destilado, relativamente estrecho.

Se pueden usar los siguientes métodos para probar los aceites para aspersiones: *Viscosidad Cinemática,* designación de la A. S. T. M.: D445-39T. *Conversión a la Viscosidad Universal de Saybolt,* designación de la A. S. T. M.: D446-39. *Índice de Viscosidad Cinemática,* designación de la A. S. T. M.: D567-40T. *Gravedad* A. P. I., designación de la A. S. T. M.: D287-39. *Punto de fluidez,* designación de la A. S. T. M.: D97-39. *Residuo no sulfatado,* designación de la A. S. T. M.: D483-40.

* Iniciales de American Petroleum Institute (Instituto Norteamericano del Petróleo).
** Iniciales de American Society for Testing Materials (Sociedad Norteamericana para la prueba de Materiales).—*(N. del T.)*

Estas especificaciones definen a un aceite de carácter altamente parafínico y un contenido aromático bastante bajo. La parafinicidad se relaciona primordialmente con la eficacia insecticida, y los aromáticos con las consideraciones relativas a la seguridad de la planta. Los aceites que tienen el 90 por ciento o más de residuo no sulfatado —aproximadamente el 10 por ciento o menos de aromáticos— en general han resultado seguros para usarlos en los manzanos de Nueva York en la etapa retrasada del período de descanso.

Como dejamos dicho, todos los aceites para aspersiones contienen algunas estructuras parafínicas, pero difieren en el grado de parafinicidad. El contenido de aceite de un rocío debe disminuirse, para lograr el control, a medida que se usan productos de contenido parafínico mayor. Esta relación ha sido efectiva para la escama de San José, el lecanio europeo de la fruta, la escama algodonosa del durazno, la escama costrosa, la chinche roja de la manzana (los huevos), los huevos del ácaro rojo europeo, y probablemente el ácaro del trébol; el encarrujador de la hoja de los frutales y especies relacionadas, y los huevos de la palomilla del manzano; la palomilla oriental de la fruta, la palomilla de la uva y la palomilla ojo manchado de la yema.

Los aceites superiores para rocíos en árboles en etapa de descanso se venden en forma de aceite puro para mezclarlos en el tanque como emulsiones concentradas comerciales o como aceites emulsibles. Muchos cultivadores de Nueva York hacen la mezcla en tanque y usan albúmina de sangre como agente emulsivo.

En el Noroeste suele agregarse un fungicida a las aplicaciones de aceite sobre los manzanos en la etapa retrasada del período de descanso para protegerlos contra la roña de la manzana. Se usan mucho las mezclas bordelesas 2-4-100 o su equivalente en un fungicida de cobre patentado.

Para las plagas más resistentes, como la escama costrosa, la escama algodonosa del durazno, la chinche roja del manzano y el enrollador de la hoja de los frutales, se emplean aceites superiores a una concentración del 3 por ciento. De acuerdo con las condiciones de Nueva York, se considera adecuada una concentración del 2 por ciento para el control de la escama de San José, la psila de la pera, el lecanio europeo de la fruta y el ácaro rojo europeo. En zonas del sur de Nueva York se considera insuficiente una concentración del 2 por ciento para el control de la escama de San José. Para combatir esta plaga se aconseja allí una concentración del 2.5 y 3 por ciento. Las concentraciones indicadas para aspersiones se basan en las propiedades de sedimentación del aceite que comunica a una emulsión la albúmina de sangre. Se pueden necesitar dosis más altas o más bajas si las emulsiones que se usan difieren mucho en la proporción de aceite depositado de las emulsiones con albúmina de sangre.

A menudo se usan tratamientos en árboles en descanso o semidescanso para controlar las diversas especies de áfidos que ocasionan daños en los frutales resistentes. Pueden aplicarse con el objeto de matar los huevos que pasan el invierno o los áfidos nuevos que acaban de nacer sobre las yemas. Los rocíos de aceites tradicionales no son aficidas particularmente eficaces en ninguno de los dos casos. Para combatir los áfidos de los frutales se indican en las regiones del Noroeste, sobre el Pacífico, aplicaciones de aceite a los árboles en la etapa retrasada de descanso o en los que principian a reverdecer.

Los productores del Este confían en las aplicaciones de insecticidas de dinitro sobre árboles en período de descanso para destruir los huevos o en la inclusión de sulfato de nicotina o de paratión en las aspersiones para los árboles en la etapa retrasada de descanso. Aparentemente hay poca relación entre la parafinicidad y la respuesta de los huevos de áfido a los rocíos de aceite. Si hay alguna contestación es entre la respuesta y el contenido aromático de los aceites. Es bien sabido, por ejemplo, que los huevos de áfido son altamente susceptibles a los productos aromáticos como el ácido cresílico y los aceites de alquitrán. De

aquí puede concluirse que sería ventajoso el uso de aceites de alto contenido aromático, esto es, que tienen valores bajos de R. no S. Desafortunadamente, esos aceites no son los únicos que, manifiestamente, se necesitan para combatir los áfidos; además, su uso debe restringirse a aplicaciones en árboles en período de descanso.

Los tipos más viejos de aceites de verano han perdido popularidad, lo cual se puede atribuir en gran parte a su incompatibilidad con fungicidas y otros insecticidas. Por mucho tiempo el azufre ha representado el tropiezo para el uso más extenso de los aceites de verano en los Estados del Este. Las quemaduras graves y directas en el follaje o la caída retrasada de las hojas pueden ser el resultado del uso de aceite y de azufre sobre árboles frutales resistentes. Efectos dañinos similares se han notado en las combinaciones de DDT y aceite.

No se han establecido especificaciones definidas para rociadas de aceites de verano. Un producto que cumpliera las siguientes especificaciones sería satisfactorio para usarlo en el Este: Límite estrecho de ebullición con una viscosidad Saybolt a 37.78° C. de 65-70 segundos, un mínimo del 92 por ciento R. no S. y una gravedad A. P. I. de 33. Ese aceite podría usarse a una concentración del uno por ciento para combatir infestaciones estivales de ácaros de escama algodonosa del durazno y, combinado con sulfato de nicotina o rotenona, la psila del peral.

El uso de aspersiones en lo futuro depende de varias consideraciones.

La mayor parte de las objeciones que se les hacen giran alrededor de las reacciones desfavorables de la planta. Si se pudieran producir aceites más seguros, en particular para usarlos sobre las plantas más sensibles, aumentaría el uso del aceite. Quizá sea posible producir aceites más seguros y eficaces, por ejemplo, aceites sintéticos y fracciones especiales de petróleo.

Los aceites son menos tóxicos para el hombre que muchas otras materias insecticidas. Su relativa seguridad a este respecto los recomienda para un uso más extenso.

Los insectos han mostrado una inquietante capacidad para crear resistencia a varios insecticidas, pero hasta ahora no a los aceites. La forma en que los aceites matan a los insectos y a los ácaros, es por medios físicos e indudablemente merece atención; puede resultar una cualidad valiosa en el uso futuro de tratamientos químicos para combatir las plagas.

P. J. CHAPMAN *es profesor de entomología y jefe de la Sección de Entomología en la Estación Agrícola Experimental del Estado de Nueva York en Geneva, unidad de la Universidad de Cornell, en la cual se graduó de doctor en 1928.*

L. A. RIEHL *es entomólogo ayudante de la Sección de Entomología de la Estación Cítrica Experimental de la Universidad de California, en Riverside. De 1942 a 1945 fue empleado por la Fundación Rockefeller y sirvió como consejero, en lo referente a enfermedades transmitidas por insectos, del Jefe de Sanidad del Ejército de los Estados Unidos.*

G. W. PEARCE *fue nombrado en 1951 jefe de la Sección de Química de los servicios de desarrollo técnicos en el Centro de Enfermedades Contagiosas de los Servicios de Sanidad Pública de los Estados Unidos, en Savannah, Georgia. Ha hecho investigaciones sobre insecticidas y fungicidas y sus usos sobre frutales.*

Los aerosoles y los insectos

N. W. Sullivan, R. A. Fulton y Alfred H. Yeomans

UN AEROSOL, como la niebla o la bruma, es un conjunto de partículas suspendidas en el aire. Un aerosol insecticida tiene partículas con diámetros que van de 1 a 50 micras: de 1/25,400 a 50/25,400 de pulgada.

Los aerosoles insecticidas se dispersan en el aire quemando materia orgánica por pulverización mecánica, por vaporización por calor o dando salida a un insecticida disuelto en un gas licuado por un pequeño agujero. En este último caso el gas licuado se evapora y deja partículas pequeñas suspendidas en el aire.

Muchas amas de casa se han llegado a familiarizar con los aerosoles en latas pequeñas, llamadas bombas, aunque, por supuesto, no son explosivas. Por mucho tiempo ha estado en uso un empleo más general. Los indios mono de California conocieron el valor del humo para inmovilizar insectos, para recolectarlos con facilidad y comérselos. Mullían muy bien el suelo bajo los árboles que tenían larvas bien desarrolladas de la palomilla de pandora y hacían un fuego humoso. Las larvas caían al suelo en números incontables debido al humo. Después eran rastrilladas al fuego, donde se secaban y se cocinaban parcialmente y después se las comían como estofado.

Otro ejemplo de un aerosol se vio en los Estados del Nordeste un día del mes de septiembre de 1950, cuando el sol tomó un color púrpura misterioso oscureciéndose a las dos de la tarde. Una masa de aire frío se había precipitado desde el Noroeste del Canadá y arrastrado el humo de bosques incendiados en los distritos de Alberta y Mackenzie, ejemplo de cómo los aerosoles se pueden dispersar en corrientes de aire desde un punto a través de grandes extensiones.

Las bombas de aerosol se inventaron en 1941, cuando L. D. Goodhue y W. N. Sullivan, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, descubrieron que los aerosoles producidos asperjando una solución de gas líquido y un insecticida a través de un agujero pequeño eran muy tóxicos para los mosquitos y las moscas. La solución de aerosol se hizo disolviendo piretro y aceite de ajonjolí en un gas líquido usado comúnmente en los refrigeradores caseros llamado diclorodifluorometano. El líquido tiene una presión de aproximadamente 75 libras por pulgada cuadrada a temperatura ambiente.

La solución de aerosol se tiene en una vasija fuerte de acero con un tubo de salida en la parte de abajo. Cuando funciona, la presión del gas líquido es suficiente para lanzar la solución por el tubo al aire, a través de un orificio que puede variar de 0.3 a 0.6 mm. de diámetro. El gas se evapora inmediatamente y las partículas de insecticida se dispersan en forma de una niebla fina.

Los científicos sabían que el gas no era tóxico ni inflamable, y descubrieron que no era tóxico para el hombre ni para los animales cuando lo mezclaban con el insecticida. Las facilidades de aplicación, la alta concentración de insecticida y la capacidad de las pequeñas partículas de aerosol para dispersarse y quedar suspendidas en el aire por mucho tiempo llenaban los requisitos para un buen insecticida casero. Se concedió al invento una patente de servicio público y se le asignó a la Secretaría de Agricultura para que la gente de los Estados Unidos lo usara libremente. Se conceden licencias, libres de regalías, para la fabricación, uso y venta de los productos producidos bajo la patente.

Tan urgente era la necesidad de una forma mejor de matar los mosquitos y las moscas en las zonas de guerra, y fue tan buena la cooperación del Departamento de Agricultura, de la tropa y de la industria, que nuestros soldados usaban bombas para aerosoles un año después de inventadas. En la guerra las bombas fueron muy eficaces contra los insectos transmisores de enfermedades en las barracas, en los comedores, en las tiendas y en las zorreras o trincheras individuales. Se incluyeron en el equipo regular en los aeroplanos de largo alcance, en los que se utilizaron para prevenir la difusión de insectos picadores. De vez en cuando se empleaba una para enfriar la cerveza de un luchador de la selva. En total se hicieron más de 40 millones de bombas de aerosol para las Fuerzas Armadas.

Al finalizar la guerra se hicieron bombas de aerosol para usos civiles. Se inventaron recipientes baratos y fuertes y válvulas adecuadas de botón. Se perfeccionaron nuevos solventes y propulsores de baja presión. Se modificaron las fórmulas anteriores para incluir combinaciones de piretro, un sinergético del piretro y DDT o metoxicloro.

La fabricación de recipientes para aerosoles de baja presión es un negocio que va en aumento. Se ha ampliado hasta incluir deodorantes, desinfectantes y otros productos, además de los insecticidas. En 1949 ascendió a la suma de 33 millones de dólares, con perspectivas de pasar de los 100 millones de dólares en los próximos años.

La bomba de aerosol es un buen servidor en la cocina, en la despensa, en la sala, en la recámara y en el sótano. Antes de usarla deben cerrarse las puertas y ventanas de la habitación. Los gatos, los pájaros, las peceras y los alimentos deben sacarse o cubrirse. La vasija debe mantenerse levantada, con la abertura en dirección contraria a la cara, y en tal forma que el aerosol suba hacia el cielo raso. Para hacer una buena distribución inicial el operador debe caminar alrededor del cuarto. La bomba no debe acercarse más de un metro a cualquier objeto, o de otra manera el aerosol puede manchar el moblaje, el papel de las paredes, las cortinas o las colgaduras. Se debe acercar hasta 15 ó 30 centímetros del zócalo y las grietas por donde andan o se esconden insectos como cucarachas y hormigas.

Cuando se trata de una habitación corriente (28 metros cúbicos) para controlar mosquitos, moscas domésticas, moscas de arena, moscas negras, jejenes y palomillas, la válvula de la bomba se mantendrá abierta unos 6 segundos para que escape el aerosol. Esta dosis también matará algunos tipos de hormigas, pero no es eficaz contra la larva de las polillas de la ropa. Si se tiene abierta unos 15 segundos matará pulgas, avispas y avispones. Las cucarachas pueden ser diezmadas, pero se necesitan cuando menos 2 minutos por habitación y toda una bomba (336 gramos) para obtener buenos resultados en la bodega. Las arañas son difíciles de matar con aerosoles.

El cuarto debe mantenerse cerrado por 10 ó 15 minutos después del tratamiento para insectos voladores y hormigas, 30 minutos para las pulgas y una hora o más para las cucarachas. Después puede abrirse para que se airee, aunque no es necesario.

Aerosoles impulsados por gases se usan mucho para el control de los insectos en los invernaderos. Reducen el tiempo usual para el tratamiento de los invernaderos de 48 horas-hombre a 10 minutos, eliminan las manchas negras de los rosales y pueden aumentar la producción en 25 ó 50 por ciento, dependiendo del grado de infestación.

La fórmula desarrollada originalmente para invernaderos contenía el 10 por ciento de tetrafosfato de hexaetilo y el 90 por ciento de cloruro de metilo. Debido a que el paratión tiene un efecto duradero, ha reemplazado en parte al tetrafosfato de hexaetilo. Se deben encontrar nuevas sustancias y fórmulas para los

ácaros, arañas y áfidos, ya que el paratión no los combate satisfactoriamente. El ditiopirofosfato de tetraetilo se usa ahora en localidades donde se han encontrado insectos resistentes. Una nueva sustancia, la pirofosforamida octametil, aplicada como aerosol, parece prometedora contra los insectos resistentes de los invernaderos.

Se han usado también aerosoles de gas licuado contra insectos como los áfidos del chícharo sobre los sembrados de chícharos. El gas licuado se deja escapar cerca de los chícharos a través de pulverizadores situados en una bomba que tiene un protector encima. Así, el aerosol es distribuido en tal forma que gran parte de él queda cerca de las plantas por un tiempo suficientemente largo.

El trabajo que llevó a la invención de las bombas para aerosoles principió con un estudio de humos insecticidas. Los insectos fueron sometidos a una mezcla ardiente de derris o piretro, tallos de maíz y nitrato de sodio. La mezcla se quemó como fuegos artificiales del Cuatro de Julio * y el humo mató a los insectos, pero se desperdiciaron los insecticidas no volátiles o poco volátiles.

El paso siguiente fue rociar soluciones de aceite de rotenona y piretro sobre una plancha caliente. Cuando las gotitas hicieron contacto con la superficie caliente (cerca de 375° C.) se vaporizaron parcialmente formando partículas del tamaño de aerosol. A los aerosoles que se producen en esta forma se les llama generados por calor. Es una forma eficaz para producir aerosoles insecticidas.

Después se produjeron aerosoles en la misma forma rociándolos en las paredes interiores de un tubo calentado con electricidad. Después de esto, se usó el calor emitido por una máquina pequeña de gasolina como la fuente de energía térmica. De ahí nació la idea de usar un generador de cortinas de humo del Ejército para producir aerosoles insecticidas con que tratar grandes superficies contra los mosquitos y moscas.

El humo se formaba en el generador haciendo correr una mezcla que contenía un poco de agua en aceite a través de serpentines que pasaban por una cámara de combustión calentada con un mechero de aceite o gasolina. La mezcla de agua y aceite era completamente volatilizada por el calor y se condensaba en humo al contacto con el aire exterior. La partícula de aerosol creada así era ideal para una cortina de humo del Ejército, porque dio una buena dispersión de luz transmitida y permanecía suspendida en el aire por largo tiempo. Pero resultó que el tamaño de las partículas era demasiado pequeño para matar a los insectos. Se obtuvieron partículas mayores y más eficaces para matar insectos usando una mezcla 50-50 de agua y aceite y haciendo funcionar la máquina a baja temperatura.

Otro generador de humo del Ejército utilizaba una combustión incompleta para producir humo. Más tarde fue convertido en un generador de aerosol insecticida usando un motor de gasolina para mover una bomba aérea rotatoria. El aire bombeado pasa a través de él y se calienta en una cámara de combustión de gasolina regulada a 482° C. Después el aire caliente pasa a través de boquillas especiales en las que se inyecta el insecticida. El tamaño de la partícula se regula por la corriente de la solución de insecticida a través de las boquillas.

Después de la guerra se han usado varios métodos para generar aerosoles en gran escala. Una máquina usa varios discos giratorios para dispersar la solución. Otra usa los gases que se escapan de una máquina pequeña de pulsación a chorro. Otra más emplea vapor para atomizar la solución a medida que ésta sale por la boquilla.

Se han puesto en el mercado muchos tipos de pequeños generadores de aerosoles para el interior de las casas. Emplean discos giratorios movidos eléctricamente, rotores y bombas de presión, vaporizadores generados eléctricamente y

* En los Estados Unidos día de la fiesta de la Independencia nacional.—*(N. del T.)*

atomizadores de vapor. Una de las máquinas usa presión extremadamente alta generada por medio del bombeo a mano de la solución líquida contra una carga determinada de nitrógeno. Existen también cómodos envases de mezclas para quemar parcialmente y dejar escapar el insecticida como humo aerosol fino.

Para obtener mejores resultados el agricultor o el empleado de Sanidad deben estudiar su problema en detalle antes de aplicar un insecticida con un generador de aerosol. Las máquinas pueden ajustarse para producir partículas de diferentes tamaños. La elección de la máquina depende del uso que se le vaya a dar, ya para insectos en espacios confinados, para insectos voladores o para los que atacan sus cosechas. Deben guiar al probable comprador los siguientes principios:

Los aerosoles se usan eficazmente en interiores, como una forma de combatir los insectos voladores y de aplicar un sedimento ligero encima de las superficies expuestas horizontalmente.

El tamaño de la partícula tiene relación con la eficacia del aerosol. El tamaño de la partícula es decisivo para la cantidad que se acumula sobre un insecto cuando éste vuela a través del aerosol. Las partículas demasiado pequeñas son desviadas del insecto que vuela como lo es el humo de un automóvil en marcha. Las partículas demasiado grandes se depositan rápidamente y su dispersión es pequeña, y, por tanto, también es pequeña la oportunidad que tienen para tocar al insecto. Cuando un insecto topa con una gotita de gran tamaño, se pierde el exceso de insecticida. Nuestras investigaciones han demostrado que el mejor tamaño de partícula que se puede usar contra insectos voladores es el de masas de un diámetro medio de 10 a 20 micras.

Los aerosoles se dispersan por corrientes de aire. Las partículas no llegarán al interior de hendiduras o de sustancias por donde no circule el aire. La distancia hasta donde llegarán las partículas depende generalmente de su velocidad de asentamiento.

Una partícula de aceite con diámetro de una micra se asentará a tres metros en 26.5 horas. Una partícula de 15 micras se asentará a 3 metros en 15 minutos. En edificios no calentados, las corrientes de aire están en su mínimo, pero el calentamiento produce corrientes de aire que ayudan mucho a la dispersión. En algunas ocasiones se usan sopladores de aire de gran volumen para ayudar a la dispersión. En un cuarto no calentado, con una altura de 2.44 metros hasta el techo, los aerosoles con un diámetro medio de masa de 5 micras se dispersan bastante uniformemente sobre una superficie de 9 metros en torno de la fuente, los de 15 micras sobre una superficie de 4.07 metros y los de 25 micras sobre una menor de 3 metros.

El depósito o sedimento que resulta del asentamiento de un aerosol es de un 95 por ciento encima de superficies horizontales, y el resto sobre las paredes y el cielo raso. La cantidad de depósito sobre una superficie horizontal depende de la concentración del aerosol sobre la superficie, de suerte que si el aerosol es dispersado uniformemente en todo el salón, el depósito que resulta será proporcional a la altura sobre la superficie.

En almacenes grandes y cerrados que contienen alimentos empacados, el problema de los insectos voladores y de los que caminan puede resolverse con tratamientos de aerosol. Se probaron aerosoles con partículas de diferentes tamaños, y se eligió un tamaño de aproximadamente cinco micras de diámetro medio de masa como el más eficaz y más fácil de aplicar. Estas partículas pequeñas se producen por medio de generadores térmicos de aerosoles que pueden hacerse funcionar fuera de los almacenes; las partículas finas se introducen a través de una puerta abierta. El aerosol se dirige primeramente hacia el cielo raso. En el momento en que termina la aplicación, el aerosol ya ha sido bien distribuido en el interior por las corrientes aéreas de convección. Entonces se cierra la

puerta. Por la noche las partículas penetran en la mayoría de las grietas y rendijas y se asientan sobre la parte superior de las superficies horizontales expuestas.

Algunas veces es necesario limitar el tiempo de aplicación en algunos interiores cerrados. Entonces el tamaño de la partícula debe ser lo suficientemente grande para que se asiente en el tiempo calculado. Un tiempo de exposición de 10 a 15 minutos es el mínimo para obtener resultados satisfactorios. Un aerosol con un diámetro medio de masa de 15 a 20 micras es suficiente para una aplicación de corta exposición.

A veces el equipo limita el tamaño de la partícula. Cuando el calor de los generadores térmicos causa un desmenuzamiento excesivo del insecticida se debe usar equipo que produzca partículas de tamaño grande, las cuales deben proyectarse desde más de un punto para cubrir suficientemente superficies cuyas dimensiones sean más grandes que las distancias para un depósito uniforme. Los cuartos calentados tendrán aproximadamente el doble de área de dispersión; los cuartos con cielo raso alto ayudarán poco a la dispersión.

Cuando se tratan invernaderos debe recordarse que puede causarse daño al follaje por un tamaño de la partícula mayor del que pueda tolerar la planta con el tipo de fórmulas que se usen.

Algunas fórmulas que nosotros hemos utilizado en interiores son: 1) 450 gramos de DDT técnico disueltos en 3.5 litros de Sovacida 544C (Socony al Vacío) para hacer 3.8 litros; 2) 450 gramos de DDT técnico disueltos en 2.2 litros de tetracloruro de carbono; a esto se añaden 1.92 litros de aceite combustible núm. 3 para hacer 3.8 litros; esta fórmula es relativamente segura contra explosiones; 3) 1.1 litros de piretro al 10 por ciento, que debe servir de base; se añaden 0.55 litros de butóxido de piperonil y 0.55 litros de aceite combustible núm. 3.

Debido al peligro de explosión cuando se usan soluciones de aceite en interiores no se deben usar más de 3.8 litros en 3,000 metros cúbicos. No es conveniente darles salida cerca de una flama viva. Los trabajadores deberán usar mascarillas adecuadas. La fórmula tercera, que contiene piretro, se recomienda para usarla alrededor de alimentos.

Las fórmulas deberán contener una proporción de aceite relativamente no volátil para mantener el tamaño de la partícula deseado mientras se encuentra suspendida en el aire. En almacenes cerrados se pueden evitar las infestaciones de insectos con 450 gramos de DDT en 3.8 litros de solución para 3,000 metros cúbicos, aplicado cada 2 semanas en verano.

El problema principal en la aplicación de los aerosoles a cielo abierto con otros fines que el control temporal de los insectos voladores es la formación de un depósito o sedimento uniforme. Para lograrlo, los aerosoles se aplican en forma de nubes que lleva el viento. Mejores resultados se obtienen cuando el viento es suave, de dirección fija y con una velocidad de 0.8 a 12.8 kilómetros por hora. La temperatura del aire al nivel del suelo debe ser un poco más fresca que a los 2 metros o más. Esta inversión de la superficie mantiene la nube de aerosol cerca del suelo; esto es más importante cuando se tratan cosechas de poco crecimiento, y menos importante para árboles que tienen un dosel de follaje. Por lo general se produce una buena inversión después de una hora de la puesta del sol hasta que sale de nuevo, pero puede existir todo el día si la lluvia enfría la tierra.

La dosis depende de la cantidad que debe depositarse en una hectárea para matar a los insectos. El depósito es más pesado cerca del punto donde se da salida al aerosol y decrece a medida que aumenta la distancia a dicho punto, porque las partículas más grandes se depositan primero. En las mejores condiciones, solamente del 25 al 50 por ciento de un aerosol que contenga partículas menores de 50 micras de diámetro se deposita sobre una superficie abierta en hileras hasta de 600 metros; la mayor parte es llevada por el viento más allá

de la superficie que se está tratando. El depósito será mayor en lugares boscosos. Sin embargo, cuando se usa más de una hilera, la dosis se puede reducir en cerca del 10 por ciento en cada una de las filas sucesivas debido al traslapamiento que hace un total hasta del 50 por ciento.

Las hileras anchas se deberán seleccionar de acuerdo con la accesibilidad de los caminos a lugares donde las ruedas de la máquina no maltraten en lo más mínimo los sembrados y a lugares donde los depósitos de aceite no dañen al follaje.

Los siguientes son algunos de los tamaños recomendados de las partículas en micras de diámetro medio de masa para varias amplitudes de hileras y velocidades de viento:

Amplitud de hilera en metros	*Velocidad del viento en kilómetros por hora*			
	1	*3*	*5*	*7*
30	64	112	144	160
60	48	80	104	120
90	40	64	88	104
150	32	56	64	80
300	24	32	48	56
450	16	32	40	48

La cuarta parte por lo menos de la solución para aerosoles deberá ser no volátil. Se obtienen mejores resultados con una solución concentrada. Una fórmula muy usada es: 2.250 a 3.400 kilogramos de DDT disueltos en 7.6 litros de benceno o xileno, más 11 litros de aceite para motor 10 W. SAE * o de aceite del que se emplea en agricultura. El BHC técnico soluble en aceite se puede emplear en la fórmula en lugar del DDT. Los operadores deberán usar máscara y ropa protectoras.

Los GENERADORES DE AEROSOL son útiles para situaciones civiles y militares en que las moscas y los mosquitos crean problemas de salud pública. Facilitan la labor de limpia de las infestaciones en los pueblos o en los campos y son particularmente eficaces a lo largo de las costas. Son menos adecuados para el control de las plagas agrícolas a cielo abierto. Algunos problemas necesitan el uso de insecticidas y fungicidas juntos, y los fungicidas pueden ser demasiado voluminosos para manejarlos con eficacia en generadores de aerosoles. Modelos de máquinas de aerosoles para el campo que usan soluciones concentradas de DDT se han empleado con éxito contra las palomillas leonadas, la chinche lygus, la chinche manchada de las plantas, los pentatómidos, la pulga de la patata y las chicharritas.

Las máquinas para aerosoles no son adecuadas para tratar árboles aislados ni superficies de menos de media hectárea, porque la niebla de aerosol es colocada enteramente por el movimiento del aire, y el impulso inicial de tres metros, aproximadamente, dado por el generador es suficiente sólo para poner el aerosol en el viento.

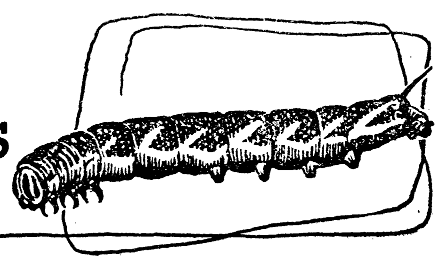
W. N. SULLIVAN *es entomólogo del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

R. A. FULTON *es químico del mismo Departamento*

ALFRED H. YEOMANS *es tecnólogo de dicho Departamento, especializado en equipos para combatir insectos.*

* Iniciales de Society of Automotive Engineer.—*(N. del T.)*

Aplicación de los insecticidas



El uso eficaz de los insecticidas

E. J. Newcomer, W. E. Westlake y B. J. Landis

No basta tener insecticidas eficaces y aplicarlos. El mejor material puede fallar si se usa en tiempo inoportuno o de un modo equivocado. El usuario hará bien en aprender algo acerca de los hábitos de las plagas que desea exterminar, de las propiedades físicas de los insecticidas y de la influencia del tiempo y del tipo de planta sobre su eficacia.

Los insecticidas de contacto —los que matan sólo a los insectos que tocan— deben ser aplicados en todas partes. Debido a que muchas sustancias conservan su eficacia sólo por poco tiempo no hay mucha oportunidad para que los insectos, en constante movimiento, entren en contacto con ellas. Asimismo, muchas clases de plagas, como algunos áfidos y las escamas, no se mueven, pero si el insecticida tiene alguna acción fumigante basta ponerlo a corta distancia del insecto. La nicotina, por ejemplo, en tiempo caliente matará a los áfidos sin necesidad de mojarlos directamente.

No es tan necesaria la aplicación en todas partes de los venenos estomacales, que matan a los insectos que se los comen. Muchos insectos que comen hojas se mueven por todos lados. Las larvas u orugas pueden pasar de una hoja a otra en una planta. Puede no tener importancia matarlos lo antes posible. Puede ser suficiente una aplicación que alcance únicamente una superficie del follaje o quizá solamente una parte del mismo. Sin embargo, para un insecto taladrador, como la larva de la palomilla del manzano, es necesaria la aplicación minuciosa para destruirlo antes de que se salga del alcance del veneno.

Debiera prestarse atención a la posible acción residual de los insecticidas. Algunos son efectivos sólo durante 24 horas o menos. Se evaporan o se descomponen rápidamente y, a menudo, son especialmente útiles si la plaga ha de despacharse poco antes de la recolección porque no dejan residuos peligrosos.

Otros insecticidas desaparecen más despacio y son eficaces durante una semana o más. Éstos son valiosos en zonas áridas cultivadas, por ejemplo, donde deben irrigarse a intervalos franjas de sembrados y huertos, tiempo durante el cual no es posible la aplicación de insecticidas. Existen otros insecticidas, particularmente los venenos estomacales, que conservan su eficacia por tiempo indefinido.

En esta forma, si es largo el período durante el cual sea necesario el control, pueden ser imprescindibles aplicaciones frecuentes de un insecticida como el pirofosfato de tetraetilo (PPTE, en inglés TEPP), que se descompone rápidamente. Por otro lado, una sola aplicación de DDT en el suelo sirve para controlar durante cinco años o más algunas plagas que viven en él.

El estado físico de los insecticidas afecta a su eficiencia.

Las emulsiones —gotitas de aceite suspendidas en agua— son un ejemplo.

El tamaño de las gotitas está gobernado en gran parte por la clase y cantidad del emulsivo usado en la mezcla. Si el tamaño es grande, la emulsión no será estable; el aceite tiende a subir y flotar sobre la superficie. Mediante una agitación vigorosa las gotitas pueden conservarse mezcladas con el agua, pero cuando se interrumpe la agitación se separan rápidamente. Es probable que la separación tenga lugar en el tanque de aspersión o en las líneas de abastecimiento que conducen a las boquillas, y el resultado es que en algunas ocasiones casi no habrá aceite en el líquido asperjado, en tanto que se asperjará aceite prácticamente no diluido cuando el tanque esté casi vacío.

Si las gotitas de aceite son muy pequeñas, la emulsión puede ser tan estable que, virtualmente, no se efectuará la separación aun después de pasadas varias horas. Para usarlo como insecticida necesitamos algo intermedio. Es deseable tener una emulsión que sea suficientemente estable para que permanezca en suspensión en el tanque de rocío y en las líneas de abastecimiento, pero lo bastante inestable para que se separe inmediatamente después de salir de la boquilla o al entrar en contacto con la superficie tratada. Esta emulsión deja un depósito mucho más grande de aceite que el tipo más estable.

Se usan mucho como insecticidas polvos humectables. El insecticida y el diluente se combinan, formando un polvo seco que se mezcla con agua para formar una suspensión antes de usarlo. Las partículas deben tener un tamaño menor de 10 micras para obtener una eficacia máxima. Partículas más grandes no se adhieren bien al follaje de la planta y dan una cobertura menos completa porque hay un número menor de ellas en una cantidad dada de sustancia. Algunas preparaciones comerciales llegan a tener un tamaño medio de partícula de una micra o menos.

Las propiedades físicas de los polvos insecticidas, tales como el tamaño de la partícula, la densidad de masa y la capacidad de fluidez, son importantes. Un polvo que se lanza a las plantas por medio de una corriente de aire es fácilmente desviado por las corrientes naturales del viento. Asimismo, la adherencia de las partículas a las superficies tratadas depende en parte de la velocidad con que chocan con dichas superficies. No son convenientes las partículas muy pequeñas en los polvos, ya que tienden a desviarse con las corrientes de aire y pierden rápidamente su velocidad después de abandonar el orificio de salida de la máquina. Por regla general, los polvos deben pasar a través de una tela de alambre de 325 por medio de un lavado con un sistema adecuado. Esta tela dejará pasar partículas con diámetro hasta de 44 micras. La mezcla habitual de polvo tendrá partículas mucho más pequeñas que esa medida, por supuesto, pero el tamaño medio debe estar muy por encima del que se necesita usar en las rociadas. No son convenientes partículas mayores de 40 micras de diámetro porque no se adhieren bien al follaje.

La densidad de la masa, peso del polvo suelto por unidad de volumen, se expresa en libras por pie cúbico. Mientras mayor sea el peso, menor será la tendencia del polvo a flotar o a desviarse. La densidad de masa es particularmente importante en las aplicaciones por medio de aeroplanos debido a que entonces el polvo se asienta rápidamente en el suelo evitando un desvío excesivo. Los polvos que se usan en esta forma tienen una densidad de masa no menor de 40 libras por pie cúbico. Para aplicaciones con equipo de tierra pueden ser suficientes 30 libras por pie cúbico.

El aceite mineral, con una proporción del 1 al 2 por ciento por peso, ayuda a reducir la desviación de los polvos y probablemente aumente la adherencia a las plantas. En algunas partes se necesita la adición de aceite mineral para la aplicación por medio de aeroplanos.

Los polvos deben resistir la acumulación en la tolva suficientemente bien para permitirles fluir libre y uniformemente por el mecanismo de alimentación.

Un polvo que se apelotona o apelmaza no fluirá a velocidad uniforme de la máquina y la cobertura será desigual. La fluidez está determinada por el diluente que se usa. Algunos de los mejores diluentes desde el punto de vista de la densidad de la masa no fluyen bien, mientras que varios materiales que fluyen libremente son demasiado ligeros. Muchas veces se usa una mezcla con una cantidad pequeña de un material de fluencia libre añadida a uno de alta densidad de masa para obtener las propiedades deseadas.

Es importante la regulación del tiempo. Si los insecticidas se ponen demasiado pronto, se pueden disipar antes de que la plaga esté presente o en condiciones de susceptibilidad. Si se aplican demasiado tarde, la plaga ya puede haber causado el daño. El tiempo oportuno se determina algunas veces por la etapa de crecimiento de la cosecha. Por ejemplo, no es conveniente tratar las cosechas cuando se encuentran en floración. En esa etapa se pueden matar las abejas que visitan las flores, reduciéndose mucho el rendimiento de la fruta o de la semilla por falta de polinización. Las mismas flores pueden ser dañadas. En algunas ocasiones se puede hacer un arreglo. Por ejemplo, los huevos del ácaro rojo europeo a menudo hacen eclosión precisamente cuando los árboles entran en floración. Una aplicación de cal-azufre un poco antes de la floración puede ser demasiado prematura; pero la que se haga después será tardía para los ácaros que nacen primero. Si se desea un control total en ese tiempo se deben hacer ambas aplicaciones.

Algunas plagas, como el áfido verde del durazno o el ácaro araña de dos manchas, que atacan numerosas cosechas, se encuentran presentes durante la mayor parte de la estación de crecimiento. El control eficaz y económico de estas plagas depende del adecuado espaciamiento de las aplicaciones, en tal forma que las cosechas se protejan de los daños sin demasiadas rociaduras o espolvoreos. Puede ser necesario el control durante más tiempo en una época temprana que en una más tardía, porque se alarga el período activo de las plagas.

También hay que tener en cuenta la localización de las plagas sobre las plantas. Si se alimentan principalmente de las superficies inferiores de las hojas, hay que llegar a esas superficies, especialmente si se usa un material de contacto. Si las plagas se localizan en las raíces, se necesita un insecticida para el suelo. Si escalan los árboles para comerse el follaje, está indicado un tratamiento en el tronco, o quizá sea suficiente sólo una barrera mecánica.

Por lo que respecta al tiempo, la Oficina de Meteorología de los Estados Unidos tiene numerosas estaciones y observadores eficaces y puede proporcionar información climatológica, prácticamente, a todas las zonas de cultivo del país. Es especialmente útil la información sobre temperatura, lluvia y viento. Mucha de esa información la proporciona el "Anuario de Agricultura" de 1941, titulado *El clima y el hombre*. Un productor, estudiando las condiciones de su localidad durante algunos años, puede aprender a evitar el mal tiempo o aprovechar el bueno cuando se dedica a combatir las plagas de insectos.

Por lo general el viento limita las aplicaciones de insecticidas. Si sopla a más de 8 ó 10 kilómetros por hora, la rociadura resulta perjudicada, aunque en algunas ocasiones es necesario hacer rociaduras con tiempo ventoso para proporcionar alguna protección contra los ataques inmediatos de los insectos. El estudio del tiempo en que sopla el viento puede ayudar a determinar cuándo se debe rociar o espolvorear. Por ejemplo, en el Valle de Yakima, Estado de Washington, los porcentajes medios de un buen tiempo para rociar durante las horas diurnas en primavera, cuando se necesita aplicar aspersiones para árboles en descanso a los árboles frutales son: marzo 1-15, 35 por ciento; marzo 16-31, 22 por ciento; abril 1-15, 15 por ciento, y abril 16-30, 14 por ciento. Por eso es

conveniente hacer en este valle rociaduras tempranas, ya que el buen tiempo para ellas es menos frecuente a medida que avanza la estación.

Las aplicaciones de polvos con aeroplano deben hacerse por la mañana temprano o por la tarde. Por lo general, después que el sol ha calentado el aire, las corrientes ascendentes tienden a arrastrar el polvo lejos de los sembrados. La misma limitación se presenta a menudo cuando se espolvorea con máquinas en tierra. No es necesaria una calma absoluta del tiempo, y puede ser ventajoso un viento suave. Cuando se usan aerosoles es preferible un viento con velocidad de 2 a 12 kilómetros por hora.

Se puede aprovechar, cuando se usan aerosoles, la inversión de la temperatura, que suele tener lugar con la mayor frecuencia por la mañana temprano o después de la puesta del sol. La temperatura cerca del suelo es entonces un poco más fría que algunos metros arriba; la nube de insecticida no se eleva y, por tanto, cubre las plantas de modo más completo.

Las corrientes de aire tienden a llevarse los insecticidas volátiles, tales como los aceites, por lo que se deben usar dosis un poco más pesadas a cielo abierto que en interiores. Los vientos fuertes desprenden de las plantas cantidades considerables de polvo y causan pérdidas del depósito del espolvoreo al hacer que las hojas se rocen unas con otras o con la fruta.

La temperatura tiene importancia en la aplicación de insecticida únicamente cuando es extrema. La mayor parte de las sustancias son eficaces a temperaturas ordinarias. Una excepción es el sulfato de nicotina, que mata mucho mejor a los insectos a temperaturas por encima de 26° C., debido en parte al aumento de su acción fumigante. Si se usan en tiempo caliente algunos materiales existe el peligro de dañar a la fruta o al follaje, aunque no se aminora su efectividad. También existe el peligro de daños por aspersiones de aceite seguidas de un tiempo extremadamente frío.

Las lluvias pueden lavar los insecticidas que son solubles en agua y privarlos de su eficacia. La mayor parte de nuestros insecticidas modernos no son especialmente solubles en agua. Muchos de ellos se encuentran disponibles en forma que se adhieren bien a la fruta y al follaje. Su eficacia no se reduce por las lluvias ordinarias tanto como suele suponerse si la aplicación se seca completamente antes de que llueva. Pero las lluvias fuertes se llevan gran parte del insecticida de las superficies expuestas. Esta es quizá la razón de que sea necesario, por ejemplo, rociar más a menudo con DDT para combatir la palomilla del manzano en el Medio Oeste, donde los aguaceros se presentan en verano, que en las partes más secas del Noroeste, donde esas tormentas no son frecuentes. Las lluvias se llevan a los polvos en mayor proporción que a los rocíos.

Los árboles u otras plantas pueden ser rociadas cuando están húmedas, pero es mejor no rociarlas si gotean agua. La presencia de rocío o de otra humedad sobre las plantas ayuda en algunas ocasiones al espolvoreo; hace que el polvo se adhiera mejor que si la superficie estuviera seca. Se han usado experimentalmente rociadas ligeras de agua con un polvo para aumentar su adherencia.

El estado de la planta misma puede influir muchas veces en la eficacia del insecticida. Algunas plantas o frutos crecen mucho más aprisa que otros, y las plantas de desarrollo más rápido, como las patatas, necesitan aplicaciones más frecuentes que las que se desarrollan con más lentitud. Algunas crecen con más rapidez en una estación que en otra. El área de la superficie de los manzanos, por ejemplo, puede duplicarse en dos semanas a principios de la estación, aunque más tarde no se duplique en menos de tres meses. La superficie, si ha de mantenerse cubierta con un insecticida, debe ser rociada o espolvoreada más a menudo en la primera parte de la estación que en la última.

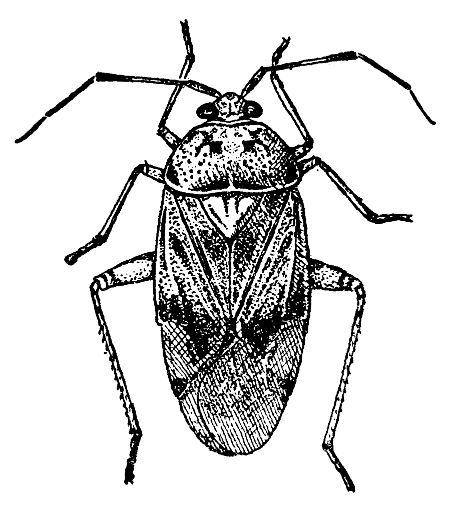
Toda superficie muy lisa o resbaladiza de hoja o de fruto no se cubre

fácilmente con los insecticidas. Las hojas de la col son especialmente difíciles de cubrir completamente con líquidos. A menudo los polvos se adhieren mejor a esas superficies. Las superficies rugosas o cubiertas con pelillos se cubren más cómodamente con líquidos o con polvos. También es un factor la forma y la densidad del follaje. El follaje muy espeso impide a veces gravemente que el insecticida llegue a las plagas.

Una persona que no esté familiarizada con los insectos y los insecticidas hará bien en consultar con el agente agrícola de su distrito acerca de las plagas que lo están molestando y del mejor insecticida para combatirlas.

Asimismo, el pequeño horticultor puede obtener bastante información práctica de la etiqueta que lleva el insecticida que compra. Por lo general esas instrucciones indican la mezcla de ciertas cantidades del insecticida concentrado en una cantidad dada de agua. Eso puede requerir la mezcla del insecticida a base del volumen o del peso. Las balanzas que registran pesos reducidos en onzas o en pocos kilos son útiles en estos casos. Para comprobar un volumen dado de polvo o líquido el usuario debe tener a mano un equipo para medir cucharadas de té, cucharadas soperas, tazas, medios litros y litros. Por conveniencia y seguridad se recomienda que este equipo de medidas se utilice exclusivamente para mezclar materiales insecticidas.

Para mezclar grandes cantidades de líquidos para rociar suele haber necesidad de usar uno o más pequetes, en cuyo marbete consta el peso neto. Para pequeñas cantidades de líquido para rociar no existe regla empírica que se pueda seguir debido a que los materiales difieren mucho en gravedad específica. Algunos paquetes llevan una tabla de dilución en el marbete. Si no la hay, el camino más fácil quizá es hacer que el vendedor del insecticida determine el peso de una cucharadita de té, de una cuchara sopera, de una taza o de medio litro y lo apunte en el marbete para referencia futura. En el Apéndice de este libro se encontrarán tablas de equivalentes para varias cantidades de mezclas para rociar.



Escarabajo oxidado de las plantas.

El viejo refrán: "Si poco es bueno, más es mejor", no es del todo cierto para usar insecticidas. El uso de cantidades excesivas es costoso y de mucho desperdicio y a menudo perjudicial para las plantas, los animales o el suelo.

Algunas veces pueden combinarse varios insecticidas, insecticidas y fungicidas, o insecticidas y abonos, ahorrando así tiempo y dinero. También para esto conviene leer los marbetes de los preparados o consultar publicaciones oficiales o autoridades competentes antes de hacer las mezclas en casa. Muchos compuestos no son compatibles entre sí y pueden formarse combinaciones peligrosas al tiempo de mezclarlos.

Se puede usar el mismo equipo para aplicar insecticidas, fungicidas y herbicidas, pero hay que conocer el peligro de usar el equipo de aspersiones para insecticidas y fungicidas cuando se ha usado para aplicar matahierbas. El enjuague ordinario del rociador no es suficiente para eliminar completamente el matahierbas. El rociador, la manguera y la boquilla se deben lavar cuidadosamente

con una suspensión de carbón vegetal activado, 36 gramos en 4 litros de agua, o se debe llenar el rociador con una solución de amoníaco casero, 2 cucharadas soperas llenas en un litro de agua, y dejarlo en remojo en ella por 24 horas. Si no puede hacerse esto deberá usarse un rociador especial para herbicidas.

He aquí, en resumen, algunos puntos que deben seguirse en el uso de insecticidas:

Si el insecto no le es conocido, conózcalo por medio del agente agrícola del distrito, del entomólogo consejero o de otra autoridad análoga.

Las recomendaciones sobre el insecticida adecuado para determinada plaga se pueden obtener de dichas autoridades, de las publicaciones estatales o federales, de los entomólogos representantes de las fábricas de insecticidas o bien de los operadores dedicados al control de las plagas.

Prepare y use el insecticida de acuerdo con las recomendaciones. Lea el marbete. Tome todas las precauciones y siga las demás instrucciones cuidadosamente.

Haga aplicaciones completas y cuidadosas, pero sin desperdicios. Son de igual importancia el insecticida apropiado, la aplicación apropiada y el tiempo apropiado.

Guarde los insecticidas en un lugar seguro.

Limpie y cuide el equipo de rociar y espolvorear como si fuera una máquina fina.

E. J. NEWCOMER *es entomólogo del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal y está especializado en el control de las plagas de insectos de los árboles frutales deciduos.*

W. E. WESTLAKE *es químico del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal y trabaja principalmente sobre los problemas relacionados con los insecticidas para el control de los insectos de árboles frutales en el Estado de Washington.*

B. J. LANDIS *es entomólogo del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal. Ha hecho investigaciones sobre los insectos de huertos y jardines y sobre los de la patata.*

De 0 a 5,000 en treinta y cuatro años

Kenneth Messenger y W. L. Popham

EL AEROPLANO se ha convertido en un instrumento tan útil en la lucha contra los insectos, que en 1952 se equiparon en los Estados Unidos más de 5,000 con este propósito.

Ya en 1918 se hicieron intentos en este país para controlar los insectos dejando caer polvos venenosos sobre las cosechas desde aeroplanos en vuelo. Pero en 1921 se demostró su eficacia con un aeroplano equipado especialmente para combatir una infestación de esfinge catalpa cerca de Dayton, Ohío. Fue muy eficaz el polvo de arseniato de plomo que se soltó de un biplano Curtiss bajo la dirección de C. R. Neillie y de J. S. Houser.

Al año siguiente B. R. Coad, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, tomó en préstamo dos aeroplanos del mismo tipo del Servicio Aéreo de los Estados Unidos y aplicó polvo a los campos de algodón cercanos a Tul-

lulah, Luisiana, para controlar el gorgojo del algodón, que entonces destruía algodón por un valor anual de 250 millones de dólares. El doctor Coad informó que "la rapidez de funcionamiento fue cuando menos 100 veces mayor que la de la mejor máquina tirada por mulas".

Esas demostraciones condujeron al empleo comercial de aeroplanos para combatir insectos. En los años siguientes la Huff-Daland Dusters, Inc., principió las espolvoreaciones comerciales con aeroplanos en los Estados del Sur. Había nacido una industria.

Durante las dos décadas siguientes se realizaron muchos experimentos con diferentes tipos de aeroplanos, diferentes instalaciones y diferentes materias, pero se registraron pocos adelantos de importancia. Dispositivos para humedecer los polvos a medida que salían, para que se adhirieran mejor al follaje, se ensayaron en los bosques de Nueva Inglaterra sólo con éxito mediano. Se probaron autogiros y pequeños dirigibles en la creencia de que su baja velocidad podría mejorar el espolvoreo del bosque. Pero hasta la primera parte de la Segunda Guerra Mundial no se hizo evidente el potencial real del aeroplano como vehículo para combatir las plagas. En aquel tiempo, la exposición de las tropas a enfermedades transmitidas por insectos puso a prueba la iniciativa de los entomólogos, de los químicos y de los jefes militares. La respuesta a ese reto —abundantes rociadas con DDT lanzadas desde transportes aéreos rápidos, limpiando zonas que de otra manera hubieran sido inaccesibles lugares de crianza de insectos— salvó incontables vidas y dólares.

En el año de 1911 un guardia forestal alemán solicitó una patente para usar aeroplanos contra las plagas forestales. Aparentemente su gestión no despertó interés en Alemania hasta 1925, fecha en que se emprendieron investigaciones similares a las que se habían hecho previamente en los Estados Unidos. En dicho año se trató un bosque de diferentes especies de árboles para acabar con un brote de palomilla monjil. Los funcionarios dijeron que el resultado fue "excelente, sin daño aparente para los pájaros y animales de caza".

El espolvoreamiento con aeroplano para combatir la langosta fue ensayado por los rusos casi al mismo tiempo. En 1925, cerca de Haguenau, Francia, fue espolvoreada una plantación forestal con aeroplanos. En 1927 se usó el aeroplano sobre Cape Breton Island, Nueva Escocia, para espolvorear abetos en un esfuerzo para controlar un brote de gusanos de la yema de ese árbol.

Las zonas donde se cría el mosquito en África del Sur, los Estados Unidos y otras partes del mundo fueron tratadas antes de 1930 con verde de paris. Tan halagüeños fueron los resultados, que se predijo que vendría un día en que se podría usar el aeroplano para erradicar de continentes enteros la mosca tsetsé, agente de la enfermedad del sueño, y los mosquitos transmisores de la malaria o paludismo.

En el laboratorio de Orlando, Fla., del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, E. F. Knipling y dos de sus compañeros, C. N. Husman y O. M. Longcoy, demostraron que el DDT en una solución concentrada aplicada desde un aeroplano en la proporción de 4 litros o menos por media hectárea combate bien las moscas y los mosquitos. Husman inventó varios dispositivos para los biplanos militares de entrenamiento que hicieron posible apreciar exactamente la eficacia de este método para combatir las plagas. Husman continuó este trabajo mientras estuvo destinado en el Pacífico del Sur por la Marina e hizo mejoras en el equipo, que es muy similar al que se usa hoy día. David G. Hall, empleado también del Departamento, inventó y dirigió métodos más amplios para rociar zonas infestadas por mosquitos mientras servía en el Comando de Transportes del Ejército en el Pacífico del Sur. En ese trabajo equipó y dirigió transportes C-47 con gran eficacia.

Otro tipo de equipo instalado en aeroplanos para el control del mosquito

fue extensamente probado durante 1945 y 1946 por la autoridad del Valle de Tennessee. Consistía en un generador de escape que producía aerosoles de DDT. Dio una cobertura bastante uniforme sobre amplias fajas y con proporciones extraordinariamente bajas de descarga. La instalación era sencilla y barata, pero su uso se limitó a problemas especiales. Aunque penetró eficazmente en vegetación cerrada, el tamaño de la gota del rocío era tan pequeño que tenía muy poco valor residual.

Si bien en el período de postguerra el costo de las aplicaciones con aeroplano era bastante alto, se ha venido reduciendo progresivamente como resultado de ininterrumpidas investigaciones para inventar sustancias concentradas y equipo de aplicación. Las mejoras y la creciente comprobación de las posibilidades y la eficacia del aeroplano tuvieron por consecuencia un señalado aumento del número usado cada año desde la guerra.

A pesar de los inconvenientes —la dificultad de controlar la distribución de un insecticida desde el aire, el transporte por el viento de los rocíos finos a las zonas vecinas, los altos costos en algunas ocasiones— vuelan anualmente cerca de quinientas mil horas los aeroplanos que combaten las plagas.

Ilustrativos de la importancia del aeroplano para suprimir con urgencia grandes brotes de plagas de insectos son los proyectos siguientes, realizados en forma cooperativa por el Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, el Servicio Forestal, los Estados y otras organizaciones.

Durante los años que precedieron inmediatamente a 1952 se rociaron cientos de miles de hectáreas con aereoplano para controlar la palomilla leonada en Nueva Inglaterra. En ese trabajo se calcula que una sola carga de insecticida arrojada por un aeroplano C-47 trata una superficie tan grande como la que podría cubrir un aparato de rociar conducido en camión en cuatro años y con más eficacia.

Asimismo, en los últimos años se han rociado con aeroplano varios millones de hectáreas en el Noroeste para combatir el gusano de la yema del abeto. En 1948 un brote de palomilla copetona infestó en el Noroeste 182,250 hectáreas. En un plazo de semanas la zona entera fue rociada en forma tan eficaz que desde entonces no tuvo que repetirse el tratamiento. En cada uno de los años entre 1949 y 1952 se trataron varios cientos de miles de hectáreas con cebos y rocíos para combatir el saltamontes en tierras forrajeras de Wyoming y Montana.

KENNETH MESSENGER *trabaja desde 1933 en los programas para el control de las plagas de la agricultura. Está encargado del Centro de Aeroplanos y Equipo Especial, en la ciudad de Oklahoma, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

W. L. POPHAM *viene tomando parte en los programas de control en gran escala de las enfermedades y de los insectos de las plantas desde 1924.*

Investigaciones sobre las aspersiones aéreas

J. S. Yuill, D. A. Isler y George D. Childress

ALGÚN DÍA se dirá que la época aérea en el control de los insectos llegó con el descubrimiento de los valores extraordinarios del DDT durante la Segunda Guerra Mundial.

En las dos décadas precedentes se había ensayado la aplicación de insecticidas con aeroplano contra varias plagas, pero el método no se usó extensamente excepto en los campos algodoneros. Sus ventajas fueron reconocidas: podían cubrirse rápidamente superficies extensas sin daños mecánicos para el suelo ni para las plantas, y pudieron alcanzarse por aire bosques, pantanos y otros lugares inaccesibles. Sin embargo, había una gran limitación: la gran cantidad de insecticida que debía aplicarse para realizar un control satisfactorio hacía demasiado alto el costo, aun cuando los venenos se aplicaran en forma de polvos secos no diluidos. Las aspersiones líquidas requerían aún cantidades mayores por ser menos concentradas.

El DDT cambió la situación. En la búsqueda de insecticidas mejores para combatir los mosquitos portadores del paludismo en el Pacífico y otros teatros de guerra, los entomólogos encontraron que el DDT, en una aspersión con solución de aceite, daba buenos resultados cuando se usaba sólo media libra por hectárea. Los ingenieros inventaron aparatos de rociar para diferentes tipos de aeroplanos militares, y al poco tiempo ya se rociaban islas enteras como una medida rutinaria de protección contra los mosquitos y las moscas.

El fin de la guerra trajo una gran demanda para adaptar las aspersiones aéreas a diversidad de necesidades civiles. Influencias estimulantes fueron la publicidad que se dio a los inventos de tiempo de guerra, el disponer de los aeroplanos de guerra sobrantes a bajos precios y de antiguos pilotos militares que querían seguir trabajando en aviación en tiempos de paz, el descubrimiento de otros insecticidas y el aumento de los costos de mano de obra. Los granjeros, los propietarios de bosques maderables, las autoridades de salubridad pública y todos nosotros llegamos a tener mentalidad aérea en lo relativo al control de insectos. En realidad, las esperanzas eran tan grandes, que mucha gente pensó que los aeroplanos y los nuevos insecticidas terminarían con todos los problemas relacionados con los insectos.

Pero pronto aprendimos que aún no había finalizado la guerra del hombre con los insectos. Se necesitaba más que la mera abundancia de aeroplanos, pilotos y DDT. Mucho de lo que se hizo en tiempo de guerra se ejecutó de prisa para satisfacer las necesidades militares, para realizar una tarea sin hacer caso del costo; en tiempo de paz la idea es hacer un trabajo, pero hacerlo eficaz y económicamente. Por esta razón, después de la guerra fue necesario hacer muchas investigaciones para adaptar lo hecho en tiempo de guerra a usos de tiempo de paz.

Varias agencias federales y estatales y muchos operadores comerciales realizaron la investigación o ayudaron suministrando equipo para hacer pruebas experimentales de control. Las investigaciones se centraron sobre la invención de un aparato de distribución más eficaz, de fórmulas para insecticidas más

efectivas y el perfeccionamiento de los aeroplanos para las operaciones del control de los insectos.

Sus métodos incluían observaciones generalizadas o avalúos en el campo, experimentos de prueba de alcance limitado y amplios estudios de los principios que gobiernan la dispersión y la sedimentación de los insecticidas desde un aeroplano. El objetivo era idear usos más amplios para la aplicación aérea de los insecticidas y aplicarlos mejor, más rápidamente y a menor costo. Se dio mucha importancia al equipo de aspersión porque los rocíos son menos afectados por el aire y se adhieren mejor al follaje. Uno o dos años después de la guerra se usaba gran variedad de equipos para rociar. Pero la experimentación y la experiencia han reducido gradualmente el campo a tres tipos principales: la bomba con pulverizadores, los dispositivos rotatorios y los rociadores de escape.

En 1952 lo más comúnmente usado era la bomba con pulverizadores. Inventada originalmente para aeroplanos ligeros, se adaptó a los grandes transportes. Por lo general el rociador consiste en un tanque de aspersión que el aeroplano lleva en su interior y del que el líquido fluye a una bomba movida por el viento. La bomba lanza los líquidos a un botalón tubular montado bajo el ala (bajo el ala inferior en los biplanos) y del cual sale como rocío a través de boquillas atomizadoras. La aspersión se abre o se cierra con una válvula de abertura rápida y se mantiene una presión constante en los conductos de aspersión por el uso de un regulador ajustable de presión instalado en el conducto entre la bomba y la válvula de salida.

Las principales ventajas de este rociador sobre otros son la sencillez de instalación y de mantenimiento, la facilidad con que se pueden cambiar el grado de atomización del rocío o su velocidad de aplicación (solamente se necesita cambiar el tamaño o número de las boquillas), el uso de un regulador de presión, con lo que se asegura una presión constante en el sistema y una velocidad de salida uniforme, y el hecho de que cualquier exceso de la corriente de líquido desde la bomba regresa al tanque por una derivación desde el regulador de presión, manteniendo así una acción de agitación o batido en el tanque.

Se han hecho variaciones en el diseño para trabajos especializados. Por ejemplo, el botalón se colocó dentro del ala y las boquillas se le ajustan por medio de tubos cortos que se extienden verticalmente debajo de la cara inferior del ala. En zonas donde la necesidad principal no es la uniformidad de cobertura del rocío, otras modificaciones consistieron en disponer las boquillas en racimo cerca de las puntas de las alas, en el borde posterior del ala o en la cola. Estas instalaciones mejoran el vuelo del aeroplano, reduciendo la resistencia del aire, pero no permiten ajustes rápidos de la cantidad de escurrimiento y de la pulverización, que son necesarios para el control de plagas diferentes.

Se ha realizado un trabajo considerable para adaptar bombas estandar y para inventar bombas especiales para los rociadores. Tanto el tipo centrífugo como el de remoción positiva han funcionado satisfactoriamente. El último desarrolla presiones más altas, pero a menudo está sujeto a un desgaste excesivo cuando se usan con ciertos polvos humectables que contienen materias abrasivas.

Otras mejoras comprenden dispositivos para manejar directamente las bombas desde el motor del aeroplano por sistemas hidráulicos o por motores eléctricos, la sustitución del aluminio por bronce o hierro para reducir el peso, los cojinetes especiales para bombas y los empaques y accesorios de hule resistentes a la acción disolvente de los rocíos. Se han hecho intentos para eliminar la bomba completamente y confiar a la gravedad el paso del líquido desde el tanque al botalón; pero se ha encontrado que los sistemas por gravedad no descargan a una velocidad uniforme a menos que se disponga de algún medio para compensar el decrecimiento de la presión hidrostática a medida que se vacía el tanque.

Muchos dispositivos de pulverización, como boquillas, tubos, ranuras y pequeños tubos Venturi, se han probado con éxito variado. No se ha inventado ninguno que convierta el líquido en gotas de tamaño uniforme. Sin embargo, en general, las boquillas que descargan el rocío en forma cónica hueca (análoga a la de la boquilla común para aspersión) o en forma plana de abanico han sido las más satisfactorias y son las que se usan más.

Los rociadores giratorios se inventaron originalmente para aplicar aceites y concentrados pastosos del tipo viejo de insecticidas, que eran demasiado espesos para pasar por las bombas. Posteriormente se utilizaron para otros materiales. Algunas mejoras mecánicas se han realizado en los modelos de postguerra para distribuir los insecticidas más nuevos, pero esos rociadores son menos populares que los del tipo de botalón y boquilla.

La parte distintiva de un rociador giratorio es la pulverizadora. Tiene una flecha con una caja adecuada y cojinetes; enfrente se encuentra un propulsor pequeño movido por aire, y en el otro extremo hay una serie de discos cóncavos o de cepillos circulares de alambre. Las unidades pulverizadoras se deben colocar sobre las alas o en los salientes laterales del fuselaje. En cualquiera de ambas formas, la flecha se encuentra en posición paralela al fuselaje. En vuelo, el líquido fluye por gravedad desde el tanque al centro de los discos o de los cepillos. Entonces es lanzado hacia afuera por la fuerza centrífuga, a la periferia de las unidades de rotación, donde el paso del aire desmenuza el líquido en gotas. Puede cambiarse la salida regulando la velocidad de la corriente material hacia las unidades. La velocidad de rotación, el número y espaciamiento de los discos o cepillos y, en el último caso, el tamaño de cada cerda gobiernan la pulverización.

Los rociadores de escape, hechos primeramente para controlar mosquitos, estaban destinados a producir una nube de rocío como el vapor que se aplica algunas veces en el interior de los edificios. El líquido para asperjar es pulverizado inyectándolo en el escape del motor del aeroplano. Por lo general, el tubo de escape se extiende un poco más allá del motor y el líquido se introduce en la garganta de un Venturi o en una cabeza especial para pulverizar al final del tubo. Los aparatos deben estar cuidadosamente adaptados para cada motor, porque cualquier restricción en la corriente de los gases de escape crea una presión peligrosa hacia atrás, contra el motor. Desde la guerra se han usado algunos rociadores de escape para combatir algunas especies de mosquitos y otros insectos picadores, pero no se generalizó su uso por dos razones: la velocidad de la aplicación es demasiado baja para matar muchas clases de insectos, y el rocío es tan fino que gran parte de él se lo puede llevar el viento o evaporarse antes de llegar al suelo.

El trabajo con equipo espolvoreador se ha dirigido principalmente a conseguir una distribución más uniforme y más amplia de los materiales debajo del aeroplano. Por lo general los materiales se descargan desde un esparcidor, como un Venturi, en la parte inferior del fuselaje. En consecuencia, muchas veces se forma un depósito grueso a lo largo de las líneas de vuelo y el esparcimiento lateral es pequeño. Se han hecho esfuerzos para corregir esta situación, principalmente modificando el diseño de los esparcidores. Algunos esparcidores rediseñados tienen aberturas grandes en las terminales de descarga o aletas longitudinales de desviación, dispuestas en tal forma que el polvo es lanzado al exterior diagonalmente. Otros esparcidores son bifurcados y cada brazo está curvado hacia afuera para el mismo efecto. En el proyecto para la creación de un aeroplano agrícola, que se describe más adelante, se han hecho planos para tratar de construir en las alas unidades espolvoreadoras de perfil aerodinámico.

Un avance en un campo especial es la invención de equipo para distribuir cebos para los saltamontes desde un aeroplano de motores múltiples. Estos cebos envenenados se han aplicado con pequeños aeroplanos, pero éstos cubren una

área muy limitada. Por esta razón, para combatir brotes extensos se diseñó un esparcidor para un aeroplano de transporte C-47. En el compartimiento de carga se construyó una tolva grande con capacidad de unos 4,000 kilogramos de cebo seco. Un largo aeroducto a cada lado del fuselaje se extiende desde una abertura cerca del borde de ataque del ala, a lo largo del piso del espacio de carga y vuelve a abrirse al exterior, cerca del extremo posterior del fuselaje. Cuando está funcionando, unas ruedas de paletas alimentan de cebo los aeroductos desde la tolva. La corriente de aire lo lanza afuera. Este aeroplano puede tratar unas 5,000 hectáreas en un día, al lado de las 500 hectáreas que pueden tratar los biplanos comúnmente usados en los trabajos agrícolas. El equipo se ha modificado para poder usarlo tanto en la aplicación de rocíos así como en la de cebos, instalando tanques removibles en la tolva de cebo.

Los aparatos nuevos de distribución han desempeñado bien su cometido en el control de varias plagas de insectos, pero hacen falta ciertas mejoras. Pueden hacerse algunos progresos perfeccionando el equipo actual, pero a la larga la eficacia máxima sólo puede lograrse inventando un equipo a base de los factores fundamentales que gobiernan la distribución de insecticidas desde el aire.

Se han puesto en marcha proyectos de investigación para estudiar estos factores, principalmente el efecto de las fuerzas aerodinámicas creadas por el aeroplano, el tamaño de las gotas de rocío o de las partículas de polvo y las condiciones del tiempo.

Tenemos pruebas de que, aparte del efecto del viento, las fuerzas aerodinámicas creadas por el aeroplano, particularmente en la estela que deja el aparato, son en gran parte las responsables de la forma en que finalmente se distribuye el insecticida sobre el suelo. Esta conclusión se basa sobre los resultados de varias investigaciones que resumimos aquí:

1. Cuando un aeroplano con un botalón de rocío completamente extendido vuela a una altura del suelo de uno a tres metros sobre éste rocía una faja que tiene aproximadamente la misma anchura que las alas. Cuando la altitud es aproximadamente igual a la envergadura, la anchura de la faja aumenta cuatro o cinco veces. Un aumento posterior en altitud no acrecienta la anchura de la faja.
2. A baja altitud, el rocío se dirige hacia abajo, como lo demuestra el que llegue a las partes menos expuestas de las plantas, pero en vuelos de gran altitud el rocío tiene poca fuerza de caída cuando llega al suelo y penetra poco en él. El mismo efecto se ha observado en la aplicación de polvos.
3. Aumentando la proporción de descarga de rocío no aumenta la amplitud de la faja, sino que se deposita una cantidad mayor en la misma faja.
4. Tanto en vuelos bajos como altos, la amplitud de la faja es mayor cuando las salidas están espaciadas la mitad o más de la longitud del ala. Soltando el rocío de un botalón corto o de una salida única directamente debajo del fuselaje, se cubre una faja muy estrecha, pero extendiendo el botalón más allá de los extremos de las alas no se cubre una faja mayor que el alcance del botalón.
5. Cuando se hacen pruebas repetidas en condiciones del tiempo cuidadosamente seleccionadas siempre ocurren ciertas variaciones ocasionales en la cantidad de rocío depositado que no pueden explicarse únicamente por las condiciones del tiempo.

Los ingenieros aeronáuticos saben desde hace mucho que la corriente de aire creada por un aereoplano en vuelo es turbulenta y se esparce hacia atrás, hacia afuera y hacia abajo. Los caminos de esta corriente de aire son complejos y no se han estudiado completamente, pero parece cierto que su dirección general gobierna las diferencias de anchura de la faja que describimos y que la turbulencia de la corriente de aire causa las irregularidades casuales en el depósito.

Se han hecho algunas investigaciones para averiguar cómo afecta al depósito de los insecticidas el tamaño de las gotas de rocío o las partículas de polvo.

La finalidad es determinar el tamaño más eficaz. Ninguno de los dispositivos atomizadores prácticos conocidos hasta ahora, ya se use en tierra o en el aire, produce gotas de rocío uniformes. El tamaño medio de las gotas puede ser grande o pequeño, por supuesto, pero siempre hay un margen en los tamaños por encima y por debajo del promedio; cuanto mayor es el tamaño medio, mayor es el margen. Por esta razón los términos basto, medio y fino, cuando se aplican a los rocíos, son únicamente expresiones relativas.

Las pruebas de vuelo han demostrado que el grado de pulverización de los rocíos afecta marcadamente la anchura de la faja de rocío y la distribución del depósito en la faja, especialmente cuando el aeroplano vuela a una altura igual o mayor a su envergadura. Un rocío muy fino de un tamaño medio de gota de unas 50 micras (una micra es igual a 0.00004 de pulgada) da una faja más ancha y un depósito más uniforme que un rocío basto en que el tamaño medio de las gotas es de unas 200 micras. Debido a que las gotas más grandes y más pesadas de este último son menos afectadas por las fuerzas exteriores en la estela del aeroplano, caen más verticalmente, por lo que el rocío tiende a concentrarse en el centro de la faja. Por otro lado, los rocíos muy finos tienen pérdidas de gotas mucho mayores debido al viento y a la evaporación.

También puede existir una diferencia en la eficacia insecticida de los depósitos de rocíos bastos y finos. Es mucho mayor la pérdida de los rocíos finos, pero las observaciones de campo indican que penetran mejor en las cosechas o en el follaje de los bosques que los rocíos bastos. Por esta razón parecería que debieran ser más eficaces para alcanzar a los insectos en la base de las plantas o a los que viven debajo de un dosel de hojas. De hecho, en las pruebas de laboratorio sobre ciertas especies de insectos los depósitos de rocíos finos han dado una mortalidad algo mayor que los depósitos iguales de rocíos bastos. Por otro lado, los rocíos bastos han tenido un efecto residual mayor. Pruebas similares de la eficacia residual con aplicaciones aéreas en el campo no dieron resultados concluyentes sobre este punto.

Se han hecho algunos estudios sobre el efecto del tamaño de la partícula en la distribución de polvos, pero la extensión de los experimentos fue limitada porque las partículas, de forma irregular y considerablemente más pequeñas que las gotas de rocío, son mucho más difíciles de recoger y de medir. Como acontece con las gotas de rocío, las partículas finas de polvo dan una faja más ancha y cubren el follaje mejor que las bastas, pero están más sujetas a los efectos del viento. En el caso de polvos diluidos, si el portador o el diluente (generalmente una arcilla, cal o talco) está formado por partículas de tamaño diferente al de las del ingrediente activo, los dos componentes se pueden separar en el aire y dar un depósito muy irregular de veneno sobre las plantas.

Los factores menos controlables que limitan la eficacia de las aplicaciones aéreas son el movimiento del aire (el viento y la convección), la temperatura y la humedad, factores que pueden cambiar mucho en segundos y en unos cuantos centenares de metros.

El más importante es, indudablemente, el viento. Puede causar coberturas irregulares de las plantas tratadas y hacer que la aspersión o el polvo caigan fuera de la superficie tratada. Pero la proporción de la pérdida por desviación no dependerá exclusivamente de la velocidad del viento. También influyen en ella el tamaño de las gotas y la altitud de vuelo. Por ejemplo, con un viento de 1.6 kilómetros por hora, una gota de 200 micras soltada a 3 metros sobre el suelo se desviará como unos 1.80 metros. Pero si la gota se suelta en un viento con velocidad de 16 kilómetros por hora a una altura de 15 metros, será arrastrada 90 metros aproximadamente. En las mismas condiciones, una gota de 20 micras viajará cerca de 5.6 kilómetros. Aparte de reducir el insecticida que llega a los insectos, la desviación puede ocasionar que el material pegue en la planta

horizontalmente, lo que puede dar por resultado una distribución desigual sobre el follaje de las plantas o de los árboles.

El efecto del viento sobre la distribución de los rocíos desde los aeroplanos es especialmente importante cuando se usan los insecticidas nuevos más poderosos. Puede hacer que el rocío o el polvo se salgan de la superficie tratada, contaminando los sembrados cercanos lo bastante para poner en peligro a las gentes y al ganado. La velocidad máxima admisible del viento, cuando se tratan cosechas o cuando se rocía para combatir mosquitos, no debe exceder generalmente de 16 a 24 kilómetros por hora, y no más de 13 kilómetros por hora cuando se tratan bosques. Por supuesto, las condiciones locales pueden ser tales que aun esas velocidades sean demasiado altas.

Otro factor es la convección. Es una corriente ascendente de aire que se produce cuando es más alta la temperatura del suelo que la del aire. Las corrientes de convección por lo general se dejan sentir a medida que el sol calienta el suelo en las mañanas. Por la tarde pueden desarrollar fuerza considerable. Afectan a los rocíos y a los polvos tanto como el viento. Las corrientes de convección son más variables que el viento, pero a diferencia de éste, aquéllas llevan las gotas o las partículas hacia arriba en vez de horizontalmente. No tenemos una forma sencilla para determinar la cantidad de convección en una zona durante las operaciones de aspersión o espolvoreamiento. Una regla empírica pasablemente útil es que las operaciones deben suspenderse cuando el piloto siente muchas bolsas de aire, o cuando las partes más ligeras del rocío o del polvo muestran tendencia a subir.

La temperatura y la humedad afectan indirectamente la distribución del rocío. El aumento de la temperatura promueve la convección y aumenta la proporción de la evaporación. Esto último puede ser particularmente importante cuando se aplican materiales finamente pulverizados y muy volátiles. La humedad es importante principalmente por sus efectos sobre la evaporación de aspersiones de agua. Conocemos cuando menos un caso en que un rocío de agua finamente atomizado, aplicado una mañana seca y caliente, se evaporó antes de llegar al suelo.

El mejor tiempo para aplicar insecticidas desde el aire es, generalmente, desde el amanecer hasta las 9 ó 10 de la mañana. Entonces el movimiento del aire y la temperatura se encuentran en su mínimo y la humedad en su máximo. En algunas localidades es también satisfactorio el corto tiempo que precede inmediatamente a la salida del sol.

Los factores fundamentales obran entre sí estrechamente. Ninguno puede ser aislado y estudiado por sí mismo. Además, cuando se está estudiando el control de un insecto se deben tener en cuenta los efectos de todos los factores con respecto a sus *habitats* y a su medio, así como el insecticida que va a usarse.

Muchos de los insecticidas orgánicos nuevos, en primer lugar los hidrocarburos clorinados y los hidrocarburos que contienen fósforo, son muy eficaces en cantidades pequeñas. Su invención ha hecho que avancen todos los métodos, de aire y de tierra, que emplean pequeños volúmenes de insecticidas concentrados. El descubrimiento de cada uno de ellos hizo necesario buscar fórmulas de rocío o polvo para cada plaga probando el nuevo compuesto en combinación con otros compuestos, con disolventes o portadores de polvo diferentes y a concentraciones diferentes.

Se han dedicado algunas investigaciones a averiguar cómo afectan las propiedades físicas de los líquidos para rociar la dispersión y la eficacia para matar a los insectos. Un ejemplo es el descubrimiento de que los líquidos de viscosidad grande son pulverizados en forma más basta que los menos viscosos, por lo que dan una franja de rocío más estrecha. Pero cuanto más volátil es el rocío, más rápidamente se evapora y, por tanto, llega a los insectos una cantidad menor.

Comparada con la cantidad de investigación sobre aparatos de distribución e insecticidas para usarlos en aeroplanos, la investigación para encontrar aeroplanos especialmente para asperjar y espolvorear ha sido muy limitada. La mayor parte de la necesidad de aeroplanos inmediatamente después de la guerra se cubrió adaptando los biplanos de entrenamiento sobrantes de la guerra, porque eran baratos y fuertes y podían llevar hasta 600 kilogramos de insecticida. Sin embargo, muchos operadores han preferido pequeños monoplanos de alas altas y de dos plazas, en particular para tratar superficies pequeñas. Se ha mejorado su actuación. Se han diseñado algunos equipos para aspersión y espolvoreo de suerte que puedan quitarse fácilmente y el aeroplano pueda emplearse para otros propósitos.

Un constructor de equipo de distribución para aeroplano diseñó un tanque de rocío en forma de asiento cuyo respaldo y fondo tienen capacidad para 114 litros. Este tanque no necesita ser desmontado.

El helicóptero se diseñó para usos generales, pero su capacidad para volar bajo y despacio ha sido una ventaja particular para rociar y espolvorear. Es muy adecuado para el tratamiento de superficies pequeñas e inaccesibles. Puede aterrizar cerca o en el campo que se está tratando y se ahorra tiempo considerable cuando hay que cruzar ríos. Se dice que el helicóptero es más eficaz que los aeroplanos de alas fijas para cubrir completamente a las plantas, pero su precio y su costo de operación son muy altos.

Para llenar la necesidad de un aeroplano de alas fijas que sea más apropiado para la agricultura que los aviones militares de entrenamiento sobrantes, la Asociación Nacional de Agricultores Pilotos, el Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas, la Administración de Aeronáutica Civil y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos han auspiciado la invención de ese aeroplano. El modelo prototipo se construyó en el Centro de Investigación de Aeroplanos Particulares del Colegio de Agricultura y Mecánica de Texas. El diseño se basó en los resultados de una encuesta entre operadores comerciales y organizaciones de investigación para determinar las características esenciales que debería tener el aeroplano.

Se dio consideración especial a la seguridad. La cabina se situó de tal forma que le diera al piloto buena visibilidad. Para la protección en un aterrizaje forzoso todas las cargas y masas pesadas van en las alas o delante de la cabina, y el piloto tiene un asiento especial, cinturón de seguridad y hombreras. El borde de ataque del tren de aterrizaje tiene filo para cortar los alambres que pueda tocar accidentalmente estando en vuelo. Dan protección adicional dos piezas estructurales y un trípode de choque sobre la cabina. Este monoplano, de ala baja y todo de metal, puede llevar 600 kilogramos de insecticida. Opera a velocidades hasta de 160 kilómetros por hora. Faldones y alerones especialmente diseñados le dan excelentes características para vuelo lento y bajas velocidades de aterrizaje, inferiores a 64 kilómetros por hora.

Se produjeron tipos especiales de aparatos de distribución. El lugar para el equipo está en el fuselaje y en el ala, que con este propósito se hizo más gruesa. El rociador tiene los tanques y el botalón en el ala y un motor impulsor en el fuselaje. El fuselaje tiene una tolva para polvo con un espolvoreador corriente por abajo. Sobre el tablero de dibujo se hicieron planos para otros tipos de aparatos de distribución, en particular unidades para espolvoreamiento montadas en el ala para dar una faja más ancha y más uniforme y equipo para distribuir semillas y fertilizantes. En 1950 el aeroplano voló con éxito.

J. S. YUILL *fue entomólogo de la sección de investigaciones sobre insectos de los bosques del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, y desde 1946 se dedica a buscar aspersiones aéreas para combatir dichos insectos.*

D. A. ISLER *es ingeniero agrícola en la Sección de maquinaria agrícola del Departamento de Industria Vegetal, Suelos e Ingeniería Agrícola. Desde 1945 trabaja en la invención de equipo para rocíos aéreos contra las plagas de los bosques.*

GEORGE D. CHILDRESS *es jefe de la división de extensión aérea en la Oficina de Fomento de la Aviación, de la Administración de Aeronáutica Civil.*

Máquinas para la aplicación de insecticidas

Howard Ingerson y Frank Irons

HAY MÁQUINAS para aplicar insecticidas de muchas formas, modelos, tipos y tamaños. Ofrecen un amplio margen de selección para diferentes circunstancias y usos. Ahorran trabajo y proporcionan formas más eficaces de combatir a las plagas.

El equipo de espolvoreo es de seis tipos: rociadores de alta presión, rociadores de baja presión, rociadores de tipo aéreo, rociadores de vapor, espolvoreadores y aplicadores de neblina.

Por lo general, la fuente de energía han sido motores de gasolina, ya sea con motores independientes o tomando la fuerza de un tractor. En los últimos años hubo una tendencia hacia los motores de refrigeración aérea para las unidades movidas con motor, porque pesan menos y son más compactos que los tipos enfriados con agua. Estos últimos se usan particularmente cuando se necesita más fuerza, porque no hay motores de refrigeración aérea para máquinas de gran tamaño. Los motores en uso van de los de tipo de refrigeración por aire y de un caballo de fuerza hasta los grandes motores industriales de refrigeración por agua y de 75 caballos de fuerza o más.

Los tractores, además de remolcar el equipo, proporcionan fuerza para el funcionamiento de la máquina. Un accesorio para toma de fuerza va de la parte posterior del tractor a través de una flecha de potencia conectada con la flecha motriz del rociador o del espolvoreador.

Los vehículos y los montajes para llevar el equipo de aplicación son: el tipo de carro de remolque, el que va montado en el tractor, el montado en camión, el de autopropulsión y los tipos de carretilla y de mano.

Las máquinas tipo remolque y las tiradas por tractor se usan por lo general en los huertos y en los sembradíos en fajas, especialmente cuando se necesitan máquinas pesadas.

Se usan mucho espolvoreadores montados en tractor y rociadores de poca capacidad para aplicaciones en el campo y sembrados en fajas. Este tipo de montaje está limitado a la capacidad de tracción del tractor y de las llantas. A veces se usan camiones para transportar equipo para huertas y para cosechas en fajas, y son empleados regularmente para transportar rociadores de niebla

para rociar árboles de sombra. Los rociadores y espolvoreadores del tipo de carretilla y de mano han llegado a ser de uso corriente en los invernaderos, en los edificios de las granjas, en las huertas pequeñas y en las haciendas.

Se han inventado rociadores y espolvoreadores especiales de autopropulsión y de gran alcance para tratar al maíz contra el barrenillo europeo y el gusano orejudo del maíz. Algunas de las máquinas son adaptaciones de vehículos desborladores, usados en la producción de semillas de maíz híbrido, y tienen un alcance de 1.2 a 2.1 metros.

Los rociadores de alta presión, llamados comúnmente hidráulicos, están destinados a trabajar a presiones de 7 a 42 kilogramos por centímetro cuadrado y se clasifican por el número de litros por minuto que descarga la bomba a una presión dada. Las bombas hidráulicas tienen de uno a cuatro cilindros y son horizontales o verticales. Algunas son de diseño de tipo abierto. Otras son completamente cerradas con lubricación por baño de aceite comparable a la de los motores de tractor y de automóvil. Los tanques son de madera o de acero y por lo general tienen de 10 a 20 veces la capacidad de la bomba; por ejemplo, una bomba con capacidad para 24.6 litros por minuto se puede usar con un tanque con capacidad para 570 litros; una bomba de 76 litros se usa con un tanque de 1,140 ó 1,520 litros.

Es esencial el batido completo y uniforme de las mezclas inestables para obtener resultados satisfactorios. La mayor parte de los rociadores tienen un agitador mecánico y un árbol automático que atraviesa el tanque y tiene varias paletas.

Las bombas y otras partes que están en contacto con los compuestos químicos deben resistir sus propiedades corrosivas y abrasivas. Por este motivo, suelen ser de latón, bronce, hule, acero inoxidable y porcelana.

En algunos huertos demasiado accidentados para máquinas manuales se han instalado sistemas de aspersión grandes, fijos y de alta presión. Las tuberías, bajo tierra o elevadas, llevan el rocío a presión controlada a todas partes del huerto. A lo largo de las tuberías hay salidas de trecho en trecho para enchufar pistolas pulverizadoras que se manejan a mano y con mangueras largas.

Constantemente se hacen mejoras en los aditamentos de distribución.

La pistola pulverizadora enchufable fue inventada para sustituir a una o dos boquillas del extremo de un tubo aspersor de 3 a 4 metros y ahora es de uso comercial general. La pistola pulverizadora de boquillas múltiples, llamada comúnmente escoba o cabeza pulverizadora, tuvo después uso general. Ahora tenemos aditamentos para asperjar automáticamente grandes huertos. Son muy adecuados para rociadores con una capacidad de bombeo de 76 litros por minuto cuando menos.

Para los sembrados en hileras, entre ellos los de patatas y tomates, se han perfeccionado rociadores de alta presión equipados con botalones especiales, dispuestos para cubrir de 2 a 30 surcos o fajas de 2 a 12 metros. El número de boquillas por hilera y su colocación en el botalón dependen de la clase de la planta, de su desarrollo y de las necesidades de cubrición.

Las aspersiones para el ganado necesitan alta presión para hacer que el material asperjado pase a través del pelo o de la lana y cubra a los animales igual y completamente. Se usan pistolas pulverizadoras enchufables. Completan el funcionamiento grupos de boquillas que proyectan el rocío desde debajo de los animales.

Se usan también rociadores de alta presión para rociar árboles de sombra y para rociaduras sanitarias contra moscas y mosquitos.

Las bombas que se usan en aspersiones a baja presión en su mayor parte son de tipo de engranaje dentado. Suelen tener piezas de bronce o latón, resisten a la corrosión y son adecuadas para asperjar soluciones y emulsiones. No son

adecuadas para suspensiones que contienen compuestos químicos abrasivos. Estos rociadores se han introducido en las zonas algodoneras. Se montan directamente en un tractor y funcionan con la fuerza del mismo.

Los rociadores de aire usan aire como transportador de los productos químicos que se asperjan. La corriente de aire sustituye a la fuerza de acarreo del agua de las máquinas de alta presión y de gran capacidad. Los abanicos o aventadores de los rociadores de aire son de tres tipos: axil, radial y centrífugo.

Los requisitos de una aspersión con aire son: equilibrio apropiado entre el volumen y la velocidad del aire, boquillas adaptadas a la velocidad y el volumen del aire, colocación apropiada de las boquillas en relación con la corriente de aire y colocación de la salida de descarga del aire en tal forma que éste, con las sustancias químicas que lleva, vaya dirigido a las plantas para que las cubra.

Los rociadores de aire se clasifican por la capacidad del aire en metros cúbicos por minuto y la velocidad en kilómetros por hora. Varían de 75 metros cúbicos por minuto a 240 kilómetros por hora, y de 1,350 metros cúbicos por minuto a 160 kilómetros por hora. Se han diseñado algunos rociadores para usarlos con sustancias diluidas y para sustancias semiconcentradas y concentradas. Otros tipos están diseñados únicamente para aplicar sustancias concentradas, y a menudo son rociadores de niebla. Estos rociadores se usan cada vez más para combatir las moscas y los mosquitos en interiores y a cielo abierto, y han hecho prácticas y económicas las aspersiones sanitarias. Los rociadores de niebla se han adaptado para utilizarlos en árboles de sombra con objeto de ahorrar trabajo y materiales.

Las máquinas que lanzan ráfagas de aire avientan el rocío finamente dividido hasta dentro del follaje de los árboles, y su capacidad para mover el aire debe ser suficiente para agitar todo el aire dentro del árbol y desplazar gran parte de él.

Ralph V. Newcomb y Arthur D. Borden, trabajando en California, determinaron el volumen de descarga de rocío en pies cúbicos por minuto que se necesita para rociar árboles de diferentes tamaños cuando la máquina marcha a velocidades específicas distintas y rocía árboles a los dos lados de la línea de marcha. Los volúmenes se dan en la tabla que se inserta en la página 293.

Esos investigadores nos dicen que una velocidad del aire relativamente baja trabaja mejor que una velocidad grande y causa menos daño a la fruta y al follaje. Con la velocidad de marcha y los volúmenes de descarga que se ven en la tabla, es suficiente una velocidad del aire de 90 a 110 millas por hora (176 a 215 kilómetros). Deben usarse boquillas que pulvericen el rocío en gotitas de tamaño de 30 a 50 micras. Estas gotitas producirán una cubierta de rocío uniforme sobre las frutas y el follaje y serán pocas las que se desvíen.

James Marshall, en la Columbia Británica, y otros más, han inventado máquinas pequeñas, para rociar solamente un lado, y que pueden manejarse parcialmente por abajo de las ramas que cuelgan de los árboles. El volumen de descarga de estas máquinas sólo necesita ser la mitad del de las máquinas de dos direcciones, y por eso son más pequeñas y menos caras. Los productores de fruta del Noroeste, sobre el Pacífico, han tenido resultados satisfactorios con máquinas de un volumen de descarga algo menor que el que se indica en la tabla.

En las máquinas de aire pueden usarse muchos insecticidas con una concentración de 2 a 5 veces mayor que la que suele emplearse con pistolas pulverizadoras. Se necesita mucha menos agua. Por ejemplo, en huertos de manzanas maduras del Noroeste se necesitan a veces 20 kilos de DDT al 50 por ciento por hectárea para combatir la palomilla del manzano. Aplicado con pistola pulverizadora y usando el DDT en una mezcla de 454 gramos en 380 litros, se necesitarán 7,600 litros. Con una máquina de ráfaga se puede rociar el mismo

VOLÚMENES DE DESCARGA DE ASPERSIONES

Recorrido: Kilómetros por hora.	Recorrido: Metros por minuto.	Volumen de descarga necesario para rociar árboles que miden: 3 × 3 × 3 (27 metros cúbicos)	6 × 6 × 6 (216 metros cúbicos)	9 × 9 × 7.5 (607.5 metros cúbicos)
		Metros cúbicos por minuto.		
0.8	13.20	123.2	492.8	919.8
1.6	26.40	246.4	985.6	1,839.6
2.4	39.60	1,369.6	1,478.4	2,759.4
3.2	52.8	492.8	1,971.2	......
4.0	66.0	616.0	......	......
4.8	79.2	739.2	......	......
5.6	92.4	862.4	......	......
6.4	105.6	985.6	......	......

EQUIPO DE POTENCIA PARA LA APLICACIÓN DE INSECTICIDAS

Usos: Tipo	Usos: Unidades protegidas.	Recomendaciones para la potencia del aspersor: Tipo	Capacidad de la bomba	Capacidad del tanque	Precio
	Hectáreas de árboles maduros.		*LPM*	*Litros*	*Dólares*
Huertos (manzanas, peras, duraznos, cerezas, cítricos y otros árboles frutales, y nueces)	0.4-1.2	Alta presión ..	13.7-15.2	189.5- 379.0	400- 475
	1.6-4.0	.....id	19.0-26.5	379.0- 568.5	500- 750
	4.0-8.0	.....id	37.9-75.8	758.0-1,516.0	800-1,400
	8.0-16.0	Alta presión o tipo pequeño de aire	75.8-132.7	1,137 -1,895.0	1,500-2,500
	16.0-30.0	Alta presión o tipo medio de aire	132.7-227.4	1,516.0-2,274.0	2,500-3,500
	30.0-80.0	Tipo grande de aire	189.5-264.4	1,516.0-2,274.0	4,000-6,000
	Hectáreas				
Sembrados en hileras (patatas, melones, tomates, apio, frijoles, cebollas) ...	0.4-4.0	Alta presión ..	22.7-26.5	379.0- 568.5	650- 800
	4.0-8.0	.... Ídem	26.5-75.8	568.5- 758.0	750-1,650
	8.0-20.0	.... Ídem	75.8-132.7	758.0-1,516.0	1,700-2,000
	20.0-40.0	.... Ídem	132.7-227.4	1,516.0-2,274.0	2,000-2,500
	40.0-80.0	.... Ídem	227.4	1,516.0-2,274.0	2,200-2,800
	Número de árboles				
Árboles de sombra	1,000-3,000	Alta presión ..	132.7	1,516.0-1,895.0	2,000-2,500
	3,000-5,000	.... Ídem	227.4	1,895.0-2,274.0	3,000-3,500
	1,000-3,000	Rociador de neblina	13.7-19.0	189.0- 379.0	1,500-2,000
	3,000-5,000	.... Ídem	19.0-227.0	379.0- 568.5	2,000-2,500
	Cabezas de ganado adulto				
Ganado	10-30	Alta presión ..	11.4-15.2	37.9- 56.9	200- 250
	30-100	.... Ídem	11.4-15.2	56.9- 189.5	200- 450
	100-500	.... Ídem	22.7-26.5	379.0- 568.5	600- 750
	500-5,000	.... Ídem	56.9-75.8	758.0-1,137.0	1,200-1,800
Ganado de granja en general y control de malas hierbas ...	10-50	Baja presión ..	11.4-19.0	189.5	175- 250
	50-150	Alta presión ..	15.2-26.5	189.5- 568.5	450- 750
	150-500	.... Ídem	26.5-75.8	568.5-1,137.0	600-1,650

hectareaje aplicando 10 kilogramos de DDT en 1,900 litros de agua. Aún se puede ahorrar algo de insecticida con el último método debido a que, cuando la máquina se usa debidamente, cae al suelo mucho menos rocío que cuando se usan pistolas pulverizadoras.

El costo también es mucho menor. Un hortelano de Washington redujo su costo por hectárea de 328 dólares en 1947, fecha en que aplicaba arseniato de plomo y aceite con pistolas, a 84 dólares en 1949 aplicando DDT y paratión con una máquina de ráfaga. En 1949 desechó únicamente el 5 por ciento de las manzanas, mientras que en 1947 había desechado el 10 por ciento.

Los espolvoreadores usan aire para distribuir los productos secos. Se usan casi en todos los campos para el control de insectos como medio único de tratamiento o para complementar a los rociadores. Los espolvoreadores son de los tipos generales. Los de salida única se usan principalmente para espolvorear los huertos. Los de salidas múltiples, con tubos conductores flexibles y boquillas espolvoreadoras en los extremos de los tubos, están destinados a la aplicación directa del polvo en el campo y en sembrados en hileras.

Los espolvoreadores sólo pueden usarse cuando hay poco movimiento de aire. Los polvos se adhieren peor que los líquidos. Los espolvoreadores tienen las ventajas de ser más ligeros de peso y pueden llevar suficiente insecticida para períodos largos de operación. El espolvoreo es popular en los lugares donde escasea el agua.

Las aplicaciones de niebla se desarrollaron durante la Segunda Guerra Mundial, principalmente para rociar lugares cerrados. Algunas se han usado para controlar las moscas y los mosquitos en los edificios y a la intemperie. Los agricultores las usan poco; generalmente se consideran insatisfactorias para dejar depósitos residuales y una cubierta suficiente, porque se basan en que el aire lleve el insecticida a la deriva.

Los rociadores y los espolvoreadores se deben limpiar y aceitar sistemáticamente. Las propiedades abrasivas y corrosivas de las sustancias líquidas y en polvo hacen que sea esencial que los tanques y las tolvas se vacíen y limpien al finalizar cada día de trabajo. Las bombas y todos los accesorios deben lavarse para reducir la corrosión y evitar la obstrucción de las boquillas. Las bombas y los motores se deben vaciar en tiempo de heladas. La lubricación de todas las partes de rozamiento, de acuerdo con las instrucciones del fabricante, hará que el equipo opere más suavemente y aumente su vida útil. La sustitución o la reparación de las partes desgastadas cuando sea necesario es buena economía.

HOWARD INGERSON *ingresó en el Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal y después dirigió huertos comerciales en Ohio.*

FRANK IRONS *es ingeniero agrónomo del Departamento de la Industria Vegetal, Suelos e Ingeniería Agronómica y está especializado en maquinaria para combatir las plagas y las enfermedades de las plantas.*

La selección y uso del equipo manual

T. E. Bronson y Earl D. Anderson

Los ROCIADORES y los espolvoreadores manejados a mano son adecuados para aplicar insecticidas en los hogares y en los jardines; en las tiendas, restaurantes, hospitales y otros edificios públicos y comerciales, y en las granjas para proteger el ganado, las aves y los edificios. Los campos pequeños de 2,000 a 4,000 hectáreas o menos, de acuerdo con el tipo de cosecha, pueden tratarse con equipo de mano o de tracción, aunque las máquinas de fuerza por lo general son deseables en campos grandes, especialmente si el tiempo es un factor y si son altos los costos de mano de obra. También se usa equipo manual para suplementar al equipo de fuerza en campos grandes; por ejemplo, para tratar manchas de infestaciones localizadas.

El rociador moderno tuvo su origen para combatir los daños de una especie de insecto, conocido sólo como ejemplar de museo, de 1819 a 1850 aproximadamente. Cuando los pioneros de este país avanzaban hacia el Oeste, atraídos por las tierras libres y los descubrimientos de oro, algunos de ellos se detuvieron al pie de las Rocosas e hicieron siembras, entre ellas de patatas.

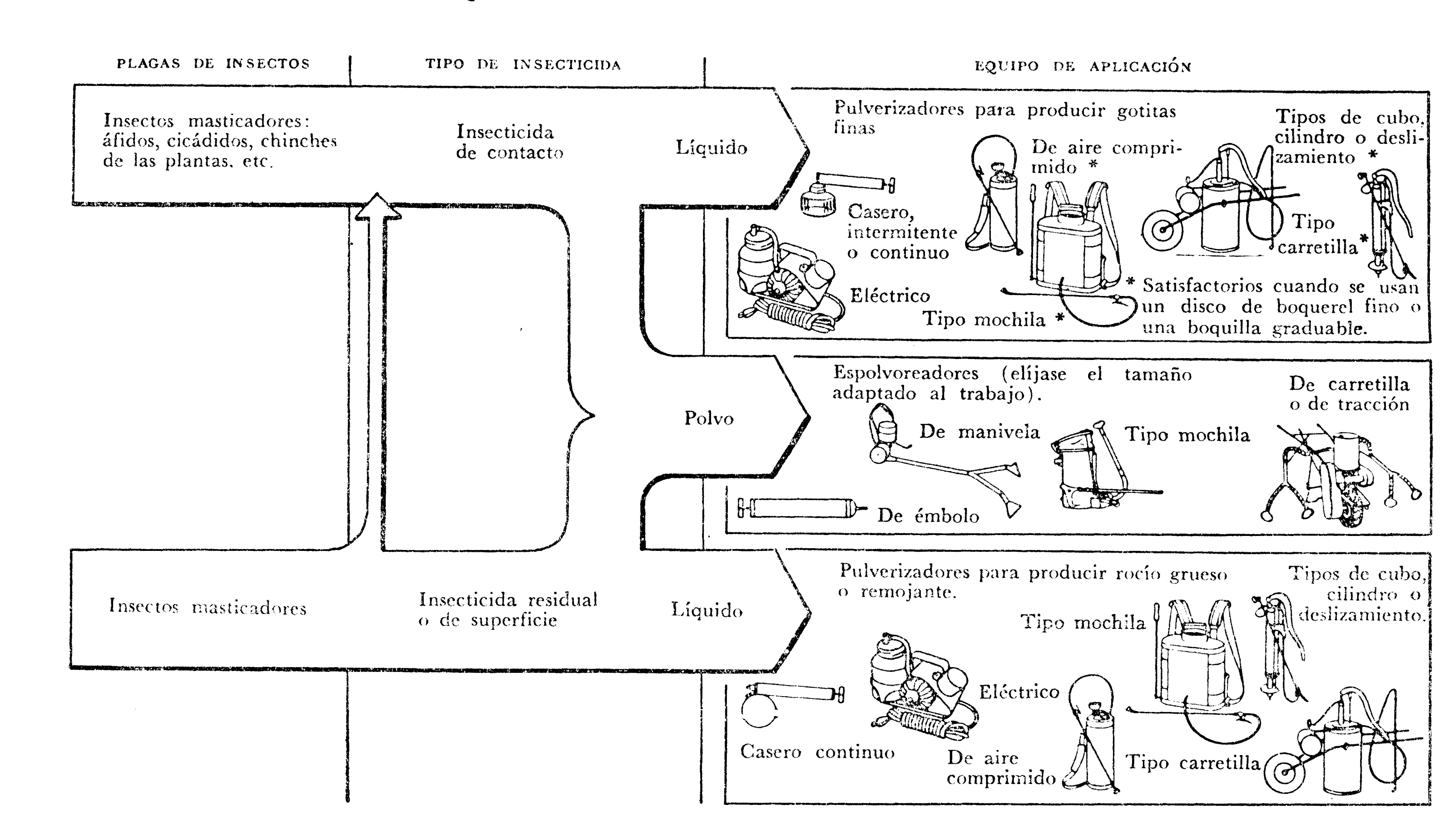
Entre 1850 y 1860, muchos de los primeros colonos fueron amenazados por el hambre a medida que las hordas de insectos, atraídos por una fuente nueva y agradable de alimentos, aumentaron rápidamente de número, al mismo tiempo que devoraban un campo de patatas tras otro. Por el tiempo en que la migración de los insectos llegó a la zona costera del Atlántico, poblada de antiguo, la experiencia había demostrado que el insecto era vulnerable al veneno que después se conoció como verde de paris. Impacientados por métodos tan provisionales de aplicación como las escobas de paja y el espolvoreo a mano para proteger sus cosechas de patatas, los primeros inventores, como John Bean, de California, D. B. Smith, de Nueva York, y los hermanos Brand, de Minnesota, idearon y perfeccionaron los primeros rociadores de mano. Así fue como a un pequeño insecto, el escarabajo de la patata, de Colorado, se le debieron en gran parte los primeros inventos de equipo adecuado para aplicar insecticidas.

El equipo manual incluye rociadores caseros, rociadores eléctricos, rociadores de utilidad general (rociadores de aire comprimido, rociadores de mochila, rociadores de carretilla y bombas manuales para rocío y sus accesorios) y espolvoreadores (espolvoreadores de pistón, espolvoreadores de manivela, espolvoreadores de mochila y espolvoreadores de carretilla). De cada uno de ellos puede haber muchos tamaños, modelos y tipos. Algunos son más apropiados para un tipo particular de trabajo. Otros tienen características de diseño que los adaptan para varios usos diferentes. En cualquier caso, el insecticida debe aplicarse correctamente si ha de ser todo lo eficaz posible.

La función principal de un rociador es desmenuzar el líquido en gotitas de tamaño eficaz y distribuirlas uniformemente sobre la superficie o lugar que debe protegerse. Otra función es la de regular la cantidad de insecticida para evitar una aplicación excesiva que pueda causar daño o desperdicio.

Los espolvoreadores tienen funciones similares. El espolvoreo no es un método adecuado para echar abajo a los insectos en vuelo, sino que se usa para controlar a

GUÍA PARA SELECCIONAR EQUIPO MANUAL PARA COMBATIR INSECTOS SOBRE LA VEGETACIÓN



los insectos que caminan y que se encuentran en los hogares, los jardines y en el campo. Aplicados propiamente los polvos y los rocíos suelen ser de igual eficacia. Los polvos cuestan más, pero el que los emplea no necesita mezclarlos. Para el uso del hogar es conveniente un espolvoreador pequeño de émbolo, que puede llevarse al jardín en el paseo cotidiano de inspección. Si se usa con frecuencia más de un insecticida, es conveniente tener dos de estos pequeños espolvoreadores.

Los rociadores o espolvoreadores más convenientes para un trabajo específico se pueden determinar más fácilmente cuando se tienen en cuenta los requisitos básicos para el control químico de los insectos. Los insectos molestos que se desean combatir en y alrededor de los edificios, son insectos que caminan o que vuelan.

A los insectos que se arrastran se les combate por lo general aplicando una capa residual de un insecticida a la superficie sobre la que los insectos caminan o descansan, como un piso, pared, cielo raso de un edificio, los cuerpos de los animales o el follaje de una planta. Los insectos mueren cuando entran en contacto con el ingrediente químico depositado o por ingestión del mismo.

Aunque, por supuesto, se utilizan con este fin polvos y rocíos químicos, solamente se usan las aspersiones para tratar paredes y cielos rasos de los edificios. Cuando se escoge un espolvoreador, lo primero que ha de tenerse en cuenta es el tamaño adaptado al trabajo; mas para algunas aplicaciones se puede escoger entre unidades que dan una descarga de polvo intermitente o continua.

Un rociador que libera gotitas suficientemente grandes para mojar la superficie rápidamente es el que debe usarse para la aplicación adecuada de rocíos de superficie o residuales. Las gotitas extremadamente finas tienden a desviarse y perderse debido a las corrientes de aire.

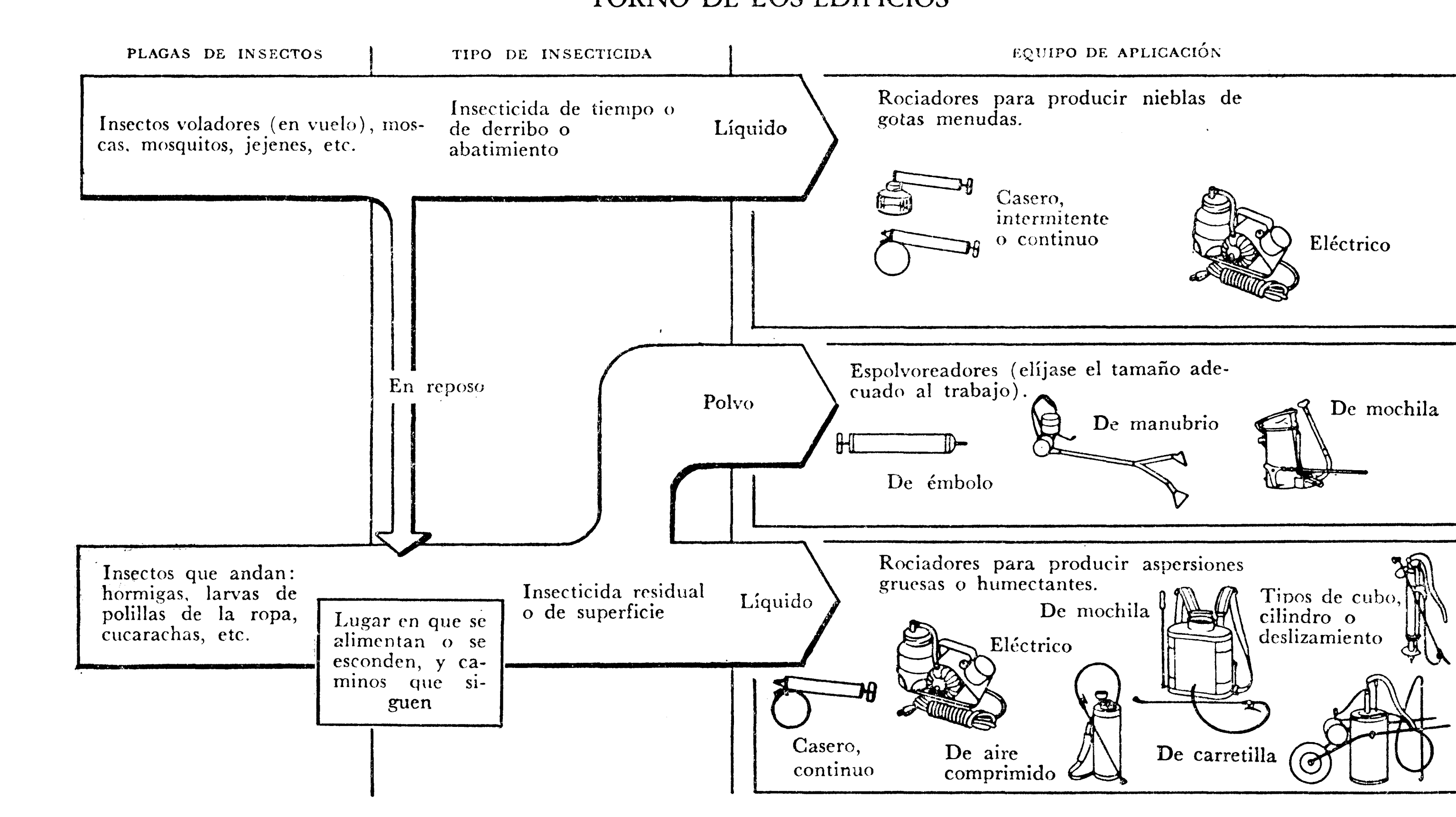
Para controlar insectos voladores pueden usarse rocíos residuales sobre las superficies donde se posan los insectos, o descargar en el aire un tipo de insecticida que haga caer a los insectos, matándolos por contacto. Se necesita un pulverizador para producir una niebla o neblina fina que se mantenga por algún tiempo en el aire.

El cuadro que se inserta en la página 296 muestra algo del equipo para el control de las plagas de insectos de los prados, los jardines o el campo que se alimentan de la vegetación o viven en ella. Estos insectos también se pueden clasificar como insectos chupadores o insectos masticadores. A los insectos chupadores se les suele combatir con un insecticida de contacto, que mata al insecto por absorción a través del sistema respiratorio o a través de las paredes del cuerpo. En la forma de líquido, el insecticida de contacto debe ser aplicado con un rociador que produzca una niebla o neblina de gotitas finas. El tamaño del espolvoreador que debe usarse para aplicar el insecticida seco debe escogerse calculando la cantidad de trabajo. Los insectos masticadores pueden combatirse ya sea usando un insecticida de contacto, como los que se usan para combatir los insectos chupadores, o un tipo de insecticida residual o de superficie, de la clase que se usa para combatir los insectos que caminan en y alrededor de los edificios.

Los rociadores manuales caseros del tipo de émbolo se usan principalmente para aplicar insecticidas líquidos que no sedimentan contra las moscas, las palomillas, los mosquitos y otras plagas. Se usan también para aplicar insecticidas o rocíos desinfectantes en las tiendas, restaurantes y establos. Son los rociadores más sencillos y menos caros.

El rociador típico consiste en un tanque con capacidad para varias onzas o hasta 3 litros de líquido. La presión de aire realizada por el émbolo de la bomba convierte al líquido en gotitas. Por lo general los rociadores son de hojalata y cuestan solamente unos 25 centavos de dólar.

GUÍA PARA SELECCIONAR EQUIPO MANUAL PARA COMBATIR LOS INSECTOS EN EL INTERIOR Y EN TORNO DE LOS EDIFICIOS



Los rociadores de émbolo son de dos tipos: el intermitente o de acción sencilla y el de acción continua.

El rociador intermitente descarga el material de rocío solamente cuando el émbolo de la bomba se acciona hacia adelante. Deja un rocío finamente atomizado y se destina a aplicar insecticidas de tiempo o para derribar los insectos voladores y matarlos en cuartos cerrados.

Los espolvoreadores de tipo continuo producen una descarga permanente mientras se opera la bomba. Algunos tienen boquillas gemelas, una de las cuales se usa en los rocíos de tiempo de gotitas finas, y la otra para producir aspersiones de superficie o residuales de gotas más grandes. Otro tipo tiene una boquilla única, que puede graduarse con rapidez para uno u otro tipo de rocío.

Una acción de rociador de compresión puede obtenerse con algunos de los rociadores grandes —generalmente el de 3 litros de capacidad— equipados con una válvula de cierre que se opera mediante una palanca. Esto permite bombear aire hasta alcanzar cierta presión mientras el tanque se encuentra en el suelo o en tierra. El rocío se suelta bajando la palanca de la válvula. Estos rociadores se usan mucho para rociar pequeños rebaños de ganado lechero y para aspersiones completas en el interior de las casas destinadas a combatir las polillas de la ropa y las moscas.

Los rociadores caseros eléctricos los usan mucho en restaurantes, fábricas y edificios públicos operadores profesionales en el control de plagas. También se usan en las casas y edificios de las granjas. El tipo más común tiene un tanque de abastecimiento de metal o de vidrio con capacidad para medio litro o para un litro de insecticida. La fuerza que expele el líquido la proporciona un compresor de aire de tipo rotatorio movido por electricidad o por una bomba para líquidos de tipo de pistón operada por un interruptor eléctrico intermitente. Los rociadores tienen boquillas ajustables para la aplicación de rocíos del tipo residual o de tiempo. Con aditamentos adecuados se pueden usar para rociar pintura y aplicar polvos insecticidas. El costo varía de 5 a 10 dólares el de tipo casero y de 50 dólares o más el tipo industrial, que está equipado con un interruptor horario.

Los rociadores para usos generales llenan necesidades variadas para las que son inadecuados los rociadores caseros debido a su tamaño y capacidad reducidos. Están destinados en particular para aplicar rocíos en los patios, huertos y establos. Se pueden usar para rociar árboles pequeños y para aplicar insecticidas residuales alrededor de las casas y en los edificios de las granjas, sobre el ganado o en los proyectos de salubridad pública que incluyen el control de insectos. El tipo de boquilla permite el uso de una variedad grande de insecticidas, entre ellos emulsiones y polvos humectables.

El rociador de aire comprimido es un utensilio común en los jardines y en los patios de las granjas. Los insecticidas más nuevos, que se aplican en forma altamente concentrada, amplían el margen de utilidad de esta unidad para el tratamiento de superficies pequeñas con cultivos de campo tales como el algodón. También es el instrumento principal en la mayoría de los planes de salubridad pública que abarcan el control de los insectos en todo el mundo, debido a que su diseño y funcionamiento son sencillos y su costo es relativamente bajo.

Los rociadores de aire comprimido consisten esencialmente en un tanque de 10 a 20 litros, un tapón a prueba de aire, una bomba para comprimir el aire en el tanque por encima del líquido y una conexión de salida. La manguera de descarga tiene una válvula de control, un filtro y una boquilla; suele tener un tubo de extensión para darle mayor alcance. Hay varios discos de boquilla diferentes, con diferente tamaño y forma de abertura, para poder elegir diversos tipos de aspersión. Suelen figurar entre éstos conos sólidos y conos huecos

(tanto gruesos como finos), abanicos planos y chorros compactos. La mayoría de estos rociadores son de acero galvanizado, aunque algunos son de cobre, latón o acero inoxidable, para usos industriales o para operadores profesionales del control de las plagas. Cuestan de 5 a 25 dólares.

Estos rociadores no deben llenarse de líquido más de las tres cuartas partes de su capacidad para dejar espacio para la carga del aire de presión. El bombeo de vez en cuando mantiene la presión normal de funcionamiento entre 15 y 25 kilogramos. El rociador debe agitarse de vez en cuando para que no se asiente o sedimente el material. Cuando está equipado con la boquilla de cono o de abanico plano habituales, la boquilla se mantiene, normalmente, de 15 a 45 centímetros por encima de la superficie que se va a rociar. Algunos modelos de rociadores de aire comprimido están equipados con cilindros que pueden volverse a llenar de CO_2 y que eliminan el bombeo a mano. Los cilindros o cartuchos contienen suficiente gas para expeler tres o cuatro tanques llenos de material de rocío a una presión constante.

Los rociadores de mochila difieren de los rociadores de aire compromido primordialmente por el sistema de transporte, el tipo de bomba que se usa y el dispositivo para agitar el líquido. Estos rociadores se llevan en la espalda como uno de mochila y se sujetan por medio de dos correas que pasan por los hombros. Están equipados con bombas para líquido, que pueden producir presiones máximas de 40 a 90 kilogramos por 6 centímetros cuadrados, característica que aumenta el margen de un empleo y permite, por ejemplo, rociar árboles grandes. Es de uso común un tipo de bomba interna de pistón o diafragma, y con ella una cámara de aire que desarrolla una presión de rocío constante. Permiten agitar el líquido ya a una corriente de derivación de la bomba o a una paleta conectada a la manija de la bomba. En algunas marcas la manija se puede conectar en cualquiera de los dos lados para que pueda manejarse con la mano derecha o con la izquierda.

Algunos modelos están equipados con una bomba externa de doble acción y de tipo de deslizamiento. Independientemente del tipo, la bomba del rociador de mochila es operada continuamente mientras se rocía. Los tanques de estos rociadores están hechos por lo general de acero galvanizado y tienen una capacidad de 16 a 24 litros. Hay modelos especiales con tanques de cobre o de acero inoxidable.

Diversos tipos de discos de boquilla suelen estar provistos de una boquilla corriente, o el rociador puede equiparse con una boquilla ajustable que permita un margen mayor de tipos de rocío, tales como es una neblina fina para las flores delicadas, o un rocío grueso que moje la superficie de un edificio y permita el control residual de la mosca.

Debido a que estos rociadores desarrollan presiones altas y tienen una capacidad mayor que la mayoría de los rociadores de aire comprimido, se adaptan mejor a trabajos de aspersión grandes, como, por ejemplo, en huertos grandes o en sembrados de hortalizas. De acuerdo con los modelos, el precio varía desde 15 a 50 dólares aproximadamente.

Los rociadores de tipo carretilla son los más grandes operados a mano, siendo particularmente útiles cuando la aspersión que haya que hacer sea demasiado grande para efectuarla adecuadamente con rociador de mochila o de aire comprimido. Los huertos grandes, los invernaderos, las pequeñas tierras o tablas de hortalizas y los edificios de las granjas donde el costo del equipo de potencia no está justificado son algunos de los lugares donde los rociadores tipo carretilla están particularmente indicados. Este equipo también es satisfactorio para rociar un número reducido de árboles frutales, porque su presión y capacidad son adecuados. Los tanques tienen una capacidad de 48 a 70 o 72 litros. Una bomba de pistón tipo barril montada en el tanque desarrolla presiones

superiores a 120 kilogramos. El tanque va montado sobre un armazón de carretilla de una o dos ruedas con llantas de acero o de hule para desplazarse con más facilidad de un lugar a otro. Este rociador está equipado con un agitador mecánico y con la manguera usual de descarga, el tubo de extensión, la válvula de cierre y una boquilla con un surtido de discos.

El equipo especial disponible con varios modelos comprende un tanque para la presión del aire y un manómetro con los accesorios necesarios y manguera larga para permitir que lo maneje un solo hombre. Después de levantar la presión del aire en el tanque, el operador puede rociar hasta cierta distancia de la máquina, volviendo de tiempo en tiempo a levantar la presión y moviendo la máquina a medida que avanza el trabajo. Los rociadores de carretilla cuestan de 30 a 80 dólares.

Las bombas rociadoras de mano son baratas y eficaces para rociaduras ocasionales cuando no se justifica un equipo más caro. Se puede desarrollar presión suficiente con estas bombas para rociar árboles frutales de tamaño medio. No se da con ellas recipiente para el líquido.

Son de tres tipos: de cubo, de cilindro y de corredera o deslizamiento.

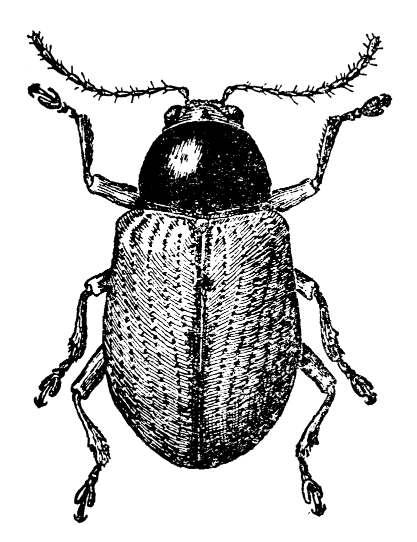
Las bombas de cubo son del tipo émbolo de acción positiva equipadas con una cámara de aire para presión constante y con una manguera de descarga, boquilla y filtro. La bomba se sostiene sobre un pie o soporte. Como desarrollan presiones de hasta 120 kilogramos, pueden usarse para diversos trabajos de aspersión. Debido a su simplicidad de diseño y de funcionamiento, en algunos países el programa total para combatir el paludismo se planea en gran parte a base de estas bombas para aplicar el insecticida.

Las bombas de cilindro son análogas a las de cubo, aunque mayores y de construcción más sólida. Tienen grapas para sujetarlas a un cilindro y un agitador mecánico.

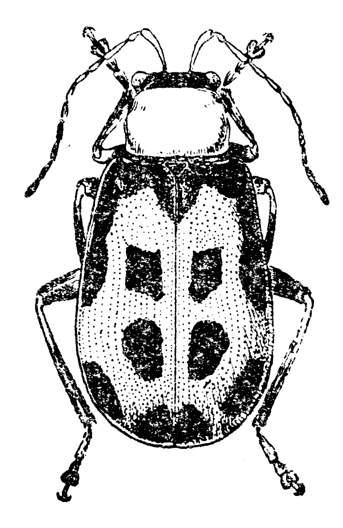
Una bomba de deslizamiento o de corredera consiste en una bomba de tipo telescopio o de tubos enchufados que sirve como parte del sistema de descarga, una boquilla ajustable o fija, una manguera y un tamiz interior. Estas bombas desarrollan presiones hasta de 90 kilogramos. Los precios de estos rociadores son los siguientes: las bombas de cubo, de 5 a 10 dólares; las bombas de cilindro, de 10 a 25 dólares, y las bombas de deslizamiento o de corredera, de 5 a 15 dólares.

Los fabricantes suministran accesorios y piezas de muchas clases para las necesidades especiales de aspersión: boquillas especiales, tubos de extensión de descarga y botalones de boquillas múltiples, para mencionar algunos. Existe una gran variedad de boquillas adaptadas a usos especiales; por ejemplo, boquillas de ángulo para rociar la parte inferior de las hojas, boquillas giratorias, boquillas de abanico y boquillas graduables que producen variedad de tipos de aspersión, desde una neblina fina hasta un chorro compacto. Hay discos especiales para usarlos en boquillas comunes para dar diferentes tamaños de gota o diferentes tipos de aspersión, tales como en abanico, en cono sólido o en cono hueco. El botalón de boquillas múltiples es un accesorio que aumenta mucho la velocidad habitual de la operación de asperjar. Es especialmente útil para el control de la mosca y el mosquito en los edificios y alrededor de las casas y como equipo especial para rociadores de mochila en lugares inaccesibles para rociadores de potencia. Otro accesorio útil es el carro rociador, que da movilidad a los rociadores de aire comprimido y es adecuado para el transporte de rociadores de gran tamaño, especialmente si la fuente de agua se encuentra a alguna distancia de la superficie que hay que rociar.

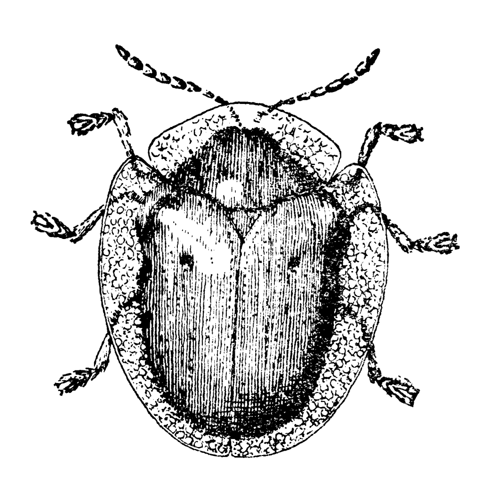
Los espolvoreadores de émbolo son los más prácticos para usarlos alrededor de las casas de dimensiones corrientes. Los espolvoreadores caseros más pequeños son especialmente cómodos para esparcir polvos insecticidas en las coci-



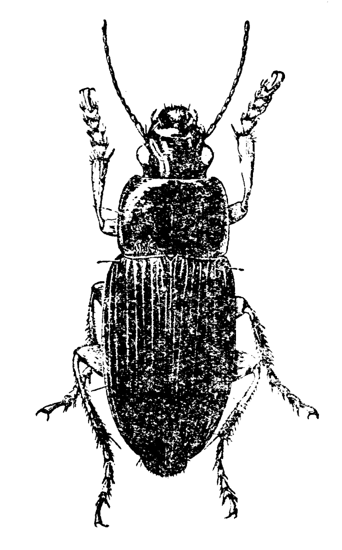
Escarabajo de la hoja de la fresa



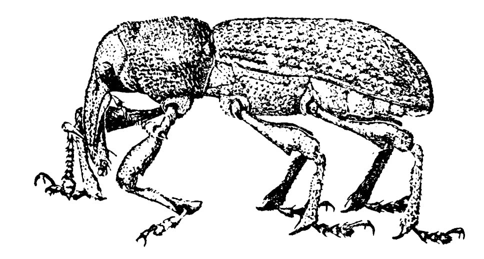
Escarabajo de la hoja de la judía



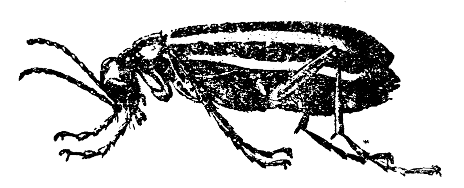
Escarabajo de tortuga



Escarabajo de la tierra, Harpalus pennsylvanicus



Picudo Pales



Escarabajo rayado de ampolla

nas, las despensas y los sótanos para controlar hormigas y otros insectos que andan. Los espolvoreadores más grandes, de tamaño adecuado para jardines, son ideales para aplicar polvos para combatir insectos y enfermedades de las plantas en el jardín de la casa.

Las partes principales del espolvoreador consisten en la cámara para el polvo, la bomba de aire para suministrar la corriente de aire y el tubo y la boquilla de salida. La cámara para el polvo puede ser de vidrio o de metal. Las boquillas de algunos espolvoreadores pueden ajustarse a diferentes ángulos para obtener una rociada mejor bajo las hojas. Estos espolvoreadores se venden desde 50 centavos hasta 2 ó 3 dólares.

Los espolvoreadores de mochila y de manivela están destinados para usarlos en haciendas, en huertos grandes o en pequeñas extensiones de hortalizas, o en sembrados de campo, como algodón o tabaco. También son útiles para controlar focos de infestación en campos grandes antes de hacer un tratamiento general con equipo de gran capacidad.

Los espolvoreadores de manivela y de mochila están provistos de tolvas para polvo con capacidad de 2 a 12 kilogramos, un agitador para evitar que el polvo se apelmace y un mecanismo de alimentación para que el polvo pase uniformemente hasta el punto de salida. Puede colocarse en la salida un tubo de extensión para espolvorear pequeños árboles frutales.

El espolvoreador de manivela va colgado en la parte delantera del operador mediante correas que pasan sobre los hombros. Un abanico o aventador giratorio operado a mano produce una corriente de aire que da una descarga continua de polvo. Para tratar sembrados en hileras, el polvo puede lanzarse por uno o más tubos dispuestos para cubrir una o dos hileras enfrente o atrás del operador.

El espolvoreador de mochila produce una corriente de aire por medio de un fuelle en vez de un ventilador o aventador. En consecuencia, el polvo se descarga intermitentemente y por este motivo el espolvoreador de mochila está adaptado particularmente para tratar sembrados hechos en colinas o para espolvorear partes de sembrados en que las plantas forman hileras bastante separadas. Sin embargo, con un uso constante, estos espolvoreadores pueden emplearse para aplicar polvos a otros tipos de sembrados.

Los espolvoreadores de carretilla o de tracción son intermedios entre el equipo de mano y el movido por energía mecánica. Se emplean para espolvoreo continuo en superficies reducidas de sembrados en hileras. Debido a su poco peso y a su movilidad, pueden ser un suplemento de los espolvoreadores de energía mecánica cuando los campos están blandos y son accidentados.

Estos espolvoreadores son como los de manivela, pero de construcción más pesada, y están montados sobre armazones de carretillas. La fuerza se deriva de la rueda de tracción de la unidad; el aventador se mueve por medio de una cadena o banda. Por lo general los espolvoreadores de carretilla se destinan a cubrir dos hileras y utilizan dos boquillas de descarga por hilera. Las boquillas son ajustables para sembrados de diferentes alturas o para aplicar polvos a la cara inferior de las hojas. Las tolvas pueden contener de 8 a 25 kilogramos de polvo y la velocidad de descarga puede variar de 2.5 a 20 kilogramos por hectárea. Están provistos de un embrague para uso intermitente en el campo. Algunos modelos grandes tienen un gancho en la parte de delante para engancharlos a un caballo, una mula o un tractor de jardín cuando se van a espolvorear campos grandes. Los espolvoreadores de mochila y de manivela tienen precios que varían de 20 a 50 dólares, y los de carretilla de 75 a 125 dólares aproximadamente.

Los espolvoreadores caseros necesitan pocos gastos de conservación a causa de su sencillo diseño. Deben guardarse en lugares secos. Si la bomba pierde su

comprensión, se puede aplicar un poco de lubricante en el agujero de aire al final del cilindro para reblandecer el cuero de la bomba a fin de que se ajuste a la pared del cilindro.

Antes de principiar la temporada de rociaduras debe desarmarse el rociador de usos generales e inspeccionarlo para asegurarse de que se encuentra en buenas condiciones. Es preciso reponer las piezas gastadas, que pueden impedir o dificultar el funcionamiento del aparato. Las reparaciones o las piezas de repuesto es fácil conseguirlas con el vendedor local al menudeo o con el fabricante. Los rociadores se deben asear después de cada uso. Para eliminar los restos de insecticida que queden en el rociador, ha de enjuaguarse el tanque con agua limpia. Después se debe desarmar y limpiar la boquilla, dejando pasar un poco de agua limpia desde el tanque a través de la línea de descarga para eliminar cualquier depósito extraño. A continuación se seca el tanque, o se invierte para que se seque, y se guarda todo el aparato en un lugar seco.

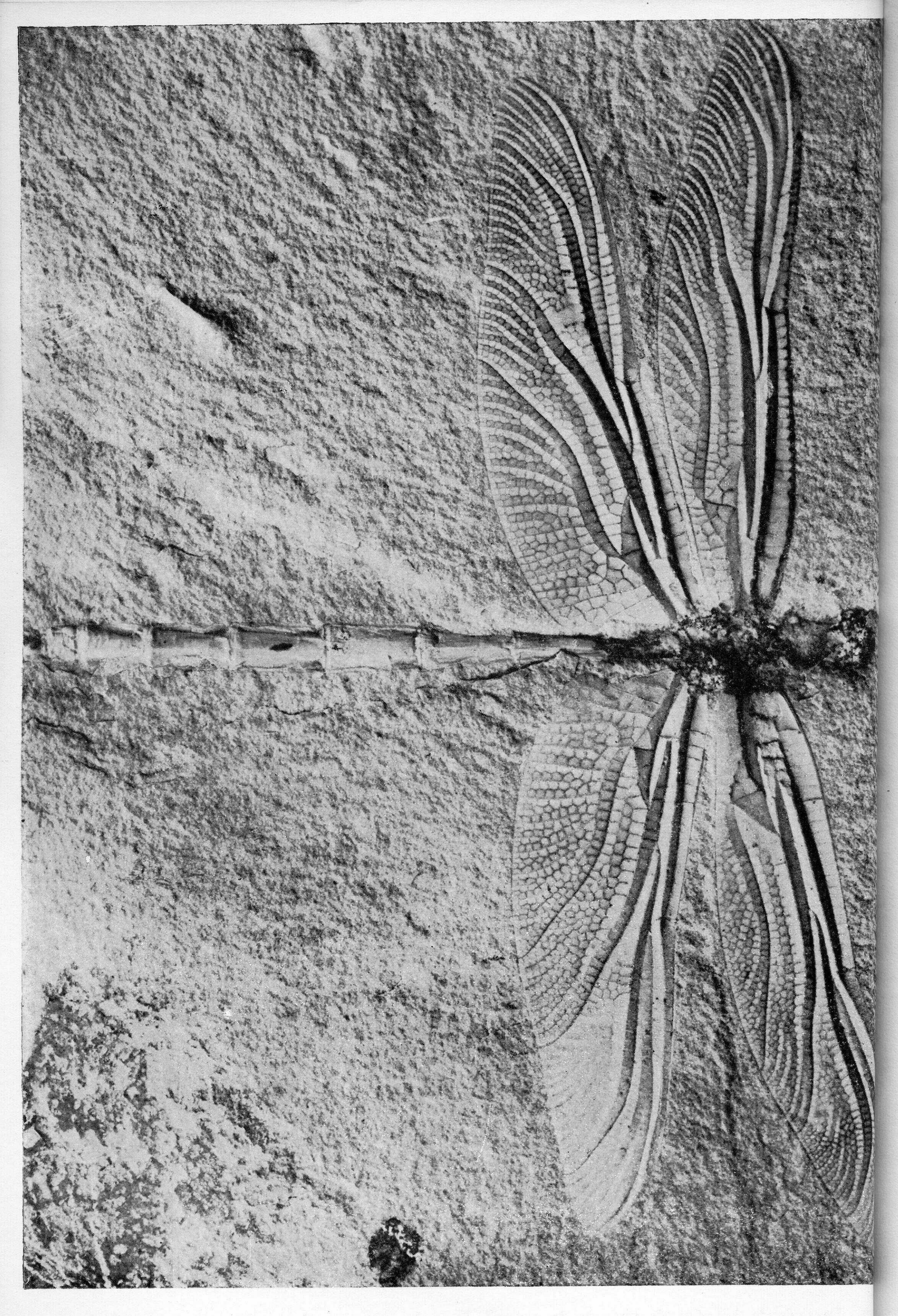
Antes de guardar temporalmente los espolvoreadores deben vaciarse del todo y limpiarse completamente. También se deben de quitar los tubos de extensión y limpiar las junturas de cualquier depósito de polvo. En los espolvoreadores grandes todas las partes de trabajo han de cuidarse en la forma prescrita por el fabricante.

T. E. Bronson, *entomólogo, perteneció al Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal desde 1924 hasta 1951, año en que pasó a una compañía de productos químicos.*

Earl D. Anderson, *ingeniero agrónomo, es secretario de la Asociación Nacional de Rociadores y Espolvoreadores.*

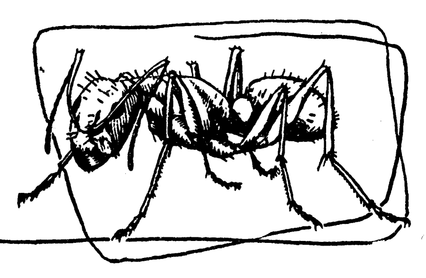


Después de 17 años de vivir en la oscuridad, en las entrañas de la tierra, la ninfa de la cigarra comienza su transformación en cigarra adulta.



Esta libélula, preservada en la caliza de Solnhofen, Baviera, vivió hace millones de años.

Advertencias referentes a los insecticidas



La seguridad en el uso de los insecticidas

F. C. Bishopp y John L. Horsfall

Los INSECTICIDAS matan a los insectos porque afectan un proceso vital como la respiración, la digestión, la circulación y las reacciones nerviosas. Una persona también puede experimentar algunos efectos en sus procesos vitales si entran en su cuerpo cantidades suficientes de sustancias químicas por la boca, con o sin alimentos; por la nariz, respirando vapores o partículas de polvo o líquidos, o por la piel, por absorción.

Cualquier persona que se proponga usar un insecticida debe informarse acerca de sus características. ¿Qué hombre, en buen estado mental, intentaría manejar un aeroplano sin antes aprender a hacerlo?

Muchas fuentes de información dan las características de los insecticidas e instrucciones para usarlos sin peligro. El Departamento de Agricultura, los agentes agrónomos de distrito, la mayoría de los colegios de agricultura de los Estados, las estaciones experimentales agrícolas y los servicios de extensión, pueden proporcionar, a solicitud del interesado, material impreso que describe las características de los insecticidas y las precauciones que deben tomarse cuando se usan.

Otra fuente importante de información es el marbete de la vasija que contiene al insecticida. Cada usuario, antes de abrir el paquete, debe leer todos los enunciados, instrucciones y advertencias que contiene, porque se refieren específicamente al material que encierra el paquete. Las instrucciones están allí por una buena razón: la seguridad del usuario.

La Ley sobre Insecticidas, Fungicidas y Raticidas exige que los insecticidas que entran en el comercio interestatal estén registrados y que los marbetes que llevan en la cubierta contengan información para seguridad del usuario y del público. La Administración de Alimentos y Medicinas, Sección de la Agencia Federal de Seguridad, determina tolerancias, esto es, las proporciones de residuos de insecticidas que no son de peligro cuando se depositan sobre los alimentos. Muchos Estados tienen leyes que exigen marbetes apropiados y que controlan la aplicación de pesticidas con aplicadores ordinarios.

Los INSECTICIDAS tienen grados diferentes de toxicidad: la cantidad que puede dañar al ganado o al hombre. El hombre puede tolerar piretro y azufre en cantidades bastante grandes, pero cantidades reducidas de arseniato de calcio o de fluoruro de sodio quizá serían peligrosas para él.

Los insecticidas difieren también en la forma en que actúan. Algunos (como el sulfato de nicotina) pueden ser muy venenosos, pero muestran un efecto acumulativo pequeño. Otros (como el arseniato de plomo) son venenosos en forma menos aguda, pero si se ingieren en forma repetida se acumulan en el organismo y producen efectos morbosos.

Algunos insecticidas (como el tetrafosfato hexaetilo) pueden ser venenosos para los insectos y para los animales superiores cuando se aplican por primera vez, pero pierden su fuerza rápidamente. Otros (como el DDT) son menos venenosos, pero persisten durante bastante tiempo.

Por estas razones, las sustancias muy venenosas deben manejarse y aplicarse cuidadosamente. En el uso de las sustancias menos tóxicas pero más persistentes hay que prestar gran atención a los peligros que ofrecen los residuos.

Siempre hay el peligro de que una persona que pone sumo cuidado cuando usa por primera vez un insecticida, al no sufrir consecuencias dañosas, se muestre cada vez más descuidada.

El hortelano doméstico, que necesita combatir las plagas de su trascorral, puede seleccionar insecticidas del grupo que exijan solamente un mínimo de cuidado para su uso; por ejemplo, el piretro y la rotenona. Para él las precauciones principales son evitar que el insecticida le caiga en los ojos, en la boca o sobre la piel. Al igual que todos los demás insecticidas, los mencionados se deben guardar en un lugar que esté fuera del alcance de los niños y donde no puedan contaminar alimentos.

Un compuesto que no es peligroso por lo general no lleva marbete de veneno. Si incluye una sustancia en solución con un agente propulsor y ha de aplicarse como neblina fina, o si está disuelta en keroseno deodorizado y ha de emplearse como rocío para combatir las plagas hogareñas, una advertencia en el marbete advertirá que se debe evitar la contaminación de los alimentos. Si el rocío contiene un solvente de keroseno, no se debe de aplicar cerca de una llama viva. Es peligroso si se traga.

Los insecticidas con peligros limitados son los que se usan comercialmente y muchos de ellos se recomiendan para el hortelano casero. La persona que los usa debe evitar respirar el polvo o la neblina de rocío, que se contaminen la comida y los productos alimenticios, guardar los insecticidas fuera del alcance de los niños y de los animales domésticos y después de usarlos debe lavarse perfectamente bien.

El hortelano casero que usa un espolvoreador o un rociador de mano puede evitar respirar el polvo o la niebla observando la dirección del viento. Si es particularmente susceptible a la inhalación de polvo de cualquier clase, puede protegerse usando una mascarilla barata de las que tienen un filtro de tela. Un pañuelo sobre la nariz y la boca puede dar alguna protección.

Los operadores comerciales que están expuestos día tras día a inhalar nieblas de rocío o polvos deben usar una simple mascarilla de almohadilla. La recomendación de no contaminar los alimentos y los productos alimenticios hace evidente que este grupo de insecticidas puede dejar residuos sobre la fruta y las hortalizas si se usan en tiempo muy próximo a la cosecha.

Otras fórmulas de insecticidas de este grupo pueden despedir vapores que no deben inhalarse. Quizá presenten un ligero peligro debido a la posible absorción o irritación de la piel, pudiendo ser dañinos si se tragan.

Si el marbete dice que es peligroso respirar los vapores, una mascarilla con un filtro de cartucho dará la debida protección por donde pasa el aire.

Si el marbete indica que hay peligro de absorción por la piel debe evitarse el contacto con el insecticida. Cuando se maneja el insecticida, son útiles unos

guantes de hule. Algunos disolventes afectan rápidamente al hule artificial o sintético, por lo que es conveniente usar guantes de hule natural.

Si el insecticida puede dañar los ojos se deben usar gafas. Al terminar de rociar o espolvorear se deben cambiar las ropas y tomar un baño. Las ropas que se han contaminado mucho deben lavarse antes de usarlas nuevamente.

Algunos de los insecticidas de esta clase se usan para combatir las plagas del hogar. Aunque el riesgo no sea muy grande, se deben de seguir las instrucciones de los marbetes.

Los COMPUESTOS PELIGROSOS pueden llevar o no la palabra "veneno" sobre el marbete, según sea su concentración, pero todos deben de llevar el marbete para mostrar que son peligrosos y que pueden causar la muerte si se ingieren. Una vez vacíos los recipientes que los contienen, deben destruirse o quemarse lo más pronto posible. Nunca deben dejarse al alcance de los niños o los animales domésticos. Estos insecticidas no deben guardarse donde exista peligro de contaminación de los alimentos o de los forrajes. El usuario debe familiarizarse con el antídoto que menciona el marbete para envenenamiento accidental. Casi todos los insecticidas, a la concentración indicada, los usan principalmente los agricultores comerciales o los que aplican insecticidas a base de contrato.

Ciertos insecticidas volátiles concentrados están encaminados a combatir los ácaros en los gallineros. Cualquiera que los use debe tener especial cuidado en no respirar los vapores ni permitirles que le toquen la piel.

Los que usan rocíos peligrosos deben lavarse totalmente y cambiarse de ropas después de trabajar con el material, sea cual fuere la duración del trabajo. La persona que usa polvos día tras día debe de usar una buena mascarilla y cambiar las almohadillas con frecuencia.

Peligros particulares se asocian con el uso comercial de compuestos fosforados orgánicos, que son peligrosos si se tragan, se inhalan o se absorben por la piel o por los ojos. Se deben usar guantes, ropa, gafas y protectores, y mascarilla con un frasco o bote especial que absorba los vapores. Los usuarios deben de lavarse con jabón y agua después del trabajo diario.

LAS BOMBAS AEROSOLES pueden contener piretro, aletrín o DDT como agente insecticida. El uso de las cantidades indicadas en el marbete no entraña peligro, pero es mejor cerrar el cuarto tratado y permanecer afuera por espacio de quince minutos o más.

Las soluciones de DDT que se usan en forma de aerosoles termales o nieblas para combatir moscas y mosquitos en grandes extensiones no causan prácticamente ningún peligro al operador o a las personas que se encuentren en la zona tratada y que pueden respirar la niebla durante un tiempo corto. Son factores de protección la dilución en el aire de la niebla y la corta exposición a ella. Sin embargo, no es aconsejable permanecer en estas nubes de aerosoles durante mucho tiempo.

Algunas veces los aerosoles se usan para destruir insectos que se encuentran sobre la vegetación. El insecticida va disuelto en un solvente orgánico, en la fórmula del aerosol. Éste puede presentar algún peligro por la absorción cutánea, y debe tenerse cuidado cuando se manejan esas soluciones. Es necesario usar guantes de hule natural. Si hay contacto con la solución, se deben lavar las manos y la piel. Es imprescindible usar gafas y una mascarilla para no respirar los humos.

Los insecticidas orgánicos fosforosos no se recomiendan para usarlos en estas nieblas para tratamientos en lugares al aire libre. Los aerosoles en que dichos insecticidas se combinan con un propulsor se dejan escapar desde cilindros para combatir las plagas en los invernaderos. El operador debe usar ropa y

guantes protectores y una máscara equipada con un frasco-N de tipo universal. Los invernaderos tratados deben cerrarse con llave y prohibirse la entrada hasta que se hayan aireado bien.

Sin embargo, desde 1945, con el creciente uso de los insecticidas se han hecho necesarias más precauciones para proteger a los pilotos y los abanderados, así como a las demás personas, el ganado y los animales silvestres en las zonas tratadas y en las adyacentes.

SE DEBE OBSERVAR CUIDADO ESPECIAL cuando los pilotos o sus ayudantes aplican rocíos o polvos que contienen compuestos orgánicos fosforosos. Es necesario no respirar el polvo, el vapor ni las nieblas y evitar su contacto con la piel. Los cargadores deben usar una mascarilla que cubra toda la cara equipada con un frasco-N de tipo universal debido a su grave exposición a los insecticidas concentrados. Los pilotos y sus ayudantes deben usar mascarillas con filtro de vapores y cartucho para absorber los ingredientes químicos. Deben usarse ropas recién lavadas, impermeables o protectoras que cubran toda la superficie de la piel expuesta al contacto con los insecticidas. La ropa debe cambiarse diariamente. El equipo debe revisarse antes de cargarlo para asegurarse de que todas las conexiones están firmes y el aparato funciona apropiadamente. El piloto debe seguir una ruta que le evite volar al regreso por entre una nube de insecticida.

Deben usar guantes limpios de hule natural o con baño de hule. Se deben cambiar con frecuencia. Después de la operación de vuelo el piloto y los ayudantes deben bañarse y cambiarse de ropa.

LOS FUMIGANTES, que matan a los insectos en espacios más o menos cerrados, son peligrosos en diferentes grados. Pueden usarse fumigantes que presentan peligros mínimos, como la mezcla de tetracloruro, de bicloruro de carbono, de etileno, sin peligro para los agricultores para tratar sus granos almacenados. Otros, que requieren mayores precauciones, como el bisulfuro de carbono, deben emplearlos únicamente los operadores comerciales que combaten las plagas. Los fumigantes más peligrosos, como el gas del ácido cianhídrico, nunca lo debe usar un novicio. El operador de control de plagas está preparado para manejarlos y conoce las precauciones que deben tomarse. Cualquier fumigante que es tóxico para los insectos lo es también para los seres humanos.

Antes de usar un fumigante se deben consultar varias fuentes de información y leerse cuidadosamente los marbetes. Se precisa anotar los antídotos y el tratamiento de primeros auxilios.

Dos precauciones principales que deben tomarse cuando se usa un fumigante, independientemente de su grado de toxicidad, son no exponerse a una concentración fuerte y no inhalar los vapores por un período largo y evitar que el insecticida se derrame sobre la piel o sobre la ropa.

Un granjero que quizá usa una cantidad limitada para tratar uno o dos silos con granos y que usa un fumigante recomendado para dicho empleo sólo se expone a él durante poco tiempo. Por lo general, no es necesaria la protección contra los vapores cuando el granjero puede evitar una inhalación prolongada. Cuando el fumigante se usa repetidamente por un período largo y en lugares cerrados, es necesaria la protección contra las inhalaciones. Si hay exposición a concentraciones altas, se debe usar una máscara de cara completa. La máscara debe tener un frasco adecuado para el fumigante que se use, pues no cualquier frasco proporciona protección contra los gases. Como la vida de un frasco es limitada se deben cambiar por nuevos los que den muestras de debilitamiento. Las máscaras para gas no están ideadas para proteger contra exposiciones prolongadas a concentraciones fuertes de gases, y la exposición deberá limitarse al breve tiempo necesario para soltar el fumigante y abrir el edificio para que se airee.

Muchos fumigantes atraviesan pronto la piel y llegan a la corriente sanguínea. Se deben usar guantes resistentes al fumigante, particularmente si se manejan cantidades grandes. Si el material se derrama sobre la piel o sobre la ropa de trabajo es preciso tomar un baño con jabón y agua y cambiarse de ropa. Esta precaución debe tomarse siempre si se trata de fumigantes muy peligrosos.

Las personas que en realidad no se dediquen a aplicar el fumigante, deben protegerse contra el que transporta el aire o cae a gotas, o impedirles la entrada durante la fumigación en el lugar cerrado. Los edificios deberán cerrarse con llave y prohibirse la entrada. Es conveniente poner guardianes mientras dura el período de exposición.

Algunos fumigantes, como el bisulfuro de carbono, tienen el peligro del fuego o explosión, por lo que debe evitarse cualquier flama o chispa cerca de los vapores.

Se debe evitar la contaminación de los productos alimenticios que son fumigados directamente o cuando se encuentran guardados en almacenes que reciben una fumigación general. Ciertos fumigantes, como el gas del ácido cianhídrico y el bromuro de metilo, son absorbidos especialmente por materiales húmedos, por lo que estos productos no se deben consumir como alimentos hasta que se aireen perfectamente bien y no contengan residuo apreciable. Los colchones y las ropas húmedas pueden absorber el gas, por lo que es importante que se aireen completamente antes de usarlos.

El transporte por el aire de los insecticidas fuera de la superficie que se está tratando puede ser una fuente de peligro, especialmente si se están aplicando materiales extremadamente venenosos. En los casos extremos, la gente que vive o trabaja en la ruta de deriva del insecticida puede enfermar gravemente. Unos cuantos insecticidas, como el paratión y el pirofosfato de hexaetilo, son peligrosos debido a sus vapores o polvos. Pueden tener consecuencias serias si son transportados en cantidad grande a lugares donde puedan estar expuestos por tiempo considerable a concentraciones del vapor o de los polvos seres humanos, animales domésticos o aves de corral. Las zonas que se van a tratar deben de evacuarse hasta que se disipen los vapores o los polvos, excepto cuando se está seguro de que no existe peligro.

Los rocíos son menos propensos a desviarse que los polvos. Ciertos insecticidas son venenos estomacales de baja solubilidad en agua. Si éstos se desvían a huertas de hortalizas de hoja o de frutas pequeñas, el residuo puede ser peligroso. Algunos insecticidas pueden permanecer en las plantas por algún tiempo y ser difíciles de quitar por medio de lavados. Podría no ser inofensivo comer productos de estas huertas inmediatamente después de la aplicación. La deriva de esos insecticidas a campos de pasto puede ser peligrosa para los animales que se apacientan en ellos, más por la cantidad que toman en su alimento que por el contacto del material con sus cuerpos. Un arrastre similar a los campos de heno puede dejar suficientes depósitos para que el heno perjudique al ganado o indirectamente al público por la contaminación de la leche o de la carne.

Obviamente, debe tenerse en cuenta la situación general antes de principiar a aplicar los insecticidas. Si es posible, la aplicación se debe hacer cuando no haya peligro de deriva, independientemente del insecticida que se use. Es probable que las aplicaciones desde el aire contaminen los campos vecinos, los huertos y los pastizales más fácilmente que las aplicaciones realizadas desde tierra. Por esta razón se deben emplear únicamente pilotos competentes y de confianza para hacer este trabajo, prohibiéndose la entrada a los campos y estando el propietario presente para vigilar la operación. Toldos y cubiertas sobre el equipo de tierra ayudan a evitar el acarreo de los materiales y aumentan la eficacia de la aplicación.

INSECTICIDAS O REPELENTES se aplican con frecuencia al ganado y a las plagas del hogar.

El piretro y la rotenona, por ejemplo, no presentan peligros si se evita que entren en los ojos de los animales, pero las soluciones y las emulsiones que contienen toxafeno, hexacloruro de benceno y clordano pueden ser dañosas si las concentraciones son muy altas. No se deben usar nunca sobre los animales fórmulas que contengan paratión y pirofosfato de hexaetilo, cualquiera que sea la fórmula. Solventes como los aceites y el xileno son irritantes por sí mismos y pueden causar la pérdida del pelo y descamación de la piel. También pueden facilitar la penetración del insecticida en el cuerpo del animal. Por estas razones, sólo se deben usar insecticidas y fórmulas recomendadas por autoridades competentes y con marbetes que den instrucciones específicas en el ganado y en los animales domésticos. Se deben observar las precauciones que indique el marbete.

Debido a que algunas cosechas pueden dañarse con los insecticidas, los marbetes deben indicar los sembrados susceptibles y la concentración del insecticida que debe emplearse contra las plagas. Los solventes u otros ingredientes pueden ser inofensivos para unos sembrados pero dañosos para otros. Por ejemplo, se ha demostrado que los pepinos y las calabazas se dañan fácilmente con insecticidas de DDT, aunque la misma fuerza y dosificación puede ser completamente inofensiva para la mayoría de los sembrados. Hasta pueden dañarse fácilmente ciertas variedades de un vegetal dado con un insecticida que no afecte a otras.

ALGUNOS INSECTICIDAS son venenosos para los peces, los sapos, las lagartijas y las culebras. Por ejemplo, el DDT y la mayoría de los nuevos productos clorurados, particulamente el toxafeno, matan a los peces a concentraciones muy reducidas. Se debe tener cuidado de evitar tratamientos de insecticidas o la deriva de ellos sobre aguas abiertas, como ríos anchos y lagos, ya que el aire puede concentrar el material a lo largo de las márgenes en cantidades suficientes para matar a los peces. Los residuos de rocío de tanques y equipo para rociar se deben vaciar y lavar en un hoyo hecho en el suelo donde no tengan acceso a las corrientes y estanques. Los insecticidas nunca se deben de mezclar sobre o cerca de los pozos.

El conocimiento de los peligros y la adopción de precauciones cuando se usan y se guardan pesticidas son de urgente necesidad. El objeto de las instrucciones para ese fin no es asustar a la gente para que no use los pesticidas, sino para que observe las precauciones debidas. El uso inteligente de los pesticidas permitirá a los usuarios obtener el mayor bien con las menores probabilidades de efectos nocivos.

F. C. BISHOPP *es jefe adjunto del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

JOHN L. HORSFALL, *entomólogo, trabaja desde 1920 en la investigación y descubrimiento de productos químicos para combatir las plagas.*

La toxicidad para el ganado

R. D. Radeleff, R. C. Bushland y H. V. Claborn

UN INSECTICIDA que se use para combatir los parásitos del ganado debe reunir determinadas condiciones. Tiene que ser eficaz contra los parásitos, pero no debe dañar inmediatamente al animal huésped cuando se usa de acuerdo con las recomendaciones, ni debe dañar si el tratamiento se repite con frecuencia por un período largo. Debe ser innocuo aun cuando se use sin mucho cuidado. El insecticida ideal no debe almacenarse en el cuerpo del animal tratado ni aparecer en la leche de los animales lecheros. Sustancias que son inofensivas al comienzo aun en cantidades grandes son a menudo el peor problema desde el punto de vista de su acumulación en la carne y su secreción en la leche; debido a que esos residuos son tan importantes para la salud pública, son parte importante del estudio de la toxicología de los insecticidas.

Hasta ahora, no tenemos un insecticida que llene todos los requisitos. Unas sustancias muy seguras destruyen algunos parásitos. Otras destruyen muchos parásitos, pero no son enteramente seguras cuando se aplican a animales.

Se han usado mucho los aceites del petróleo como insecticidas o como componentes de fórmulas de insecticidas. Aplicados a la piel en pequeñas cantidades son inofensivos, pero en cantidades grandes (112 gramos o más por animal) causan reacciones severas: levantan ampollas, producen salivación excesiva, dificultan la respiración, hacen perder el apetito, producen depresión y aun la muerte en el ganado vacuno, caballar, lanar y cabrío.

Por lo general, el efecto de los aceites se observa en los primeros días que siguen a la aplicación, y puede continuar por algún tiempo. Muchos casos de envenenamiento del ganado se han atribuido al insecticida disuelto en el aceite por no conocer los peligros asociados con el aceite mismo.

Soluciones de insecticidas en aceite puro no se recomiendan nunca, por tanto, para usarlas en el ganado si no es en forma de rocíos aplicados en proporciones que no excedan de 56 gramos por vaca. En la producción de emulsiones concentradas para usarlas en el ganado los fabricantes deben proyectar sus fórmulas de tal manera que las cantidades recomendadas no lleven una dosis excesiva de los aceites. El ganadero debe usar solamente las dosis recomendadas, para que no aumente la dosis de aceite a una proporción tóxica, aunque quizá esté usando proporciones inofensivas del insecticida disuelto.

En casi todas las preparaciones líquidas de insecticidas se usan disolventes que pueden ser aceites, caso en el cual conocemos su reacción, o pueden ser alcoholes de alta graduación o productos sintéticos especiales, cuya reacción no es conocida. El disolvente puede ser o no tóxico activo, pero hay que determinarlo cuando ocurren pérdidas de animales después del tratamiento. Aunque los solventes influyan en la rapidez de absorción de los insecticidas dentro del cuerpo, es importante que la absorción total sea esencialmente la misma, independientemente del disolvente.

Algunos disolventes, y de un modo notable el xileno y el tolueno, causan quemaduras y comezón por algún tiempo después de la aplicación bajo el calor del sol, aunque se usen en cantidades pequeñas. Si la concentración es suficientemente alta (6 por ciento) el animal puede desmayarse o hasta quedar anestesiado. Puede sobrevenir la muerte si la concentración es aún mayor (25 por ciento).

Cada fabricante es responsable de garantizar que los solventes que usa no son tóxicos en las cantidades recomendadas. Las leyes sobre rotulación gobiernan los envíos interestatales de insecticidas, así como la mayor parte de las leyes sobre rotulación de los Estados no exigen que se declare en el paquete el contenido de disolvente. Por esta razón el ganadero no tiene a menudo forma de escoger sus materiales a base del disolvente usado.

Los INSECTICIDAS producidos por fábricas por lo general son seguros para usarlos sobre el ganado. No son ni acusadamente tóxicos ni se acumulan en el cuerpo de los animales en cantidad suficiente para ser peligrosos a los humanos. Ejemplos notables de innocuidad son el piretro y la rotenona.

Una excepción es la nicotina, que, en forma de sulfato de nicotina, se utiliza principalmente para combatir la roña o sarna. Como el sulfato de nicotina suelen usarlo funcionarios reguladores expertos en su empleo y que tienen un modo seguro de comprobar la fuerza del baño, el envenenamiento con dicha sustancia como resultado del baño es raro. Los animales envenenados con sulfato de nicotina sufren náuseas, temblores y respiración entrecortada, y finalmente entran en estado comatoso, en el cual pueden morir.

Algunos productos vegetales son irritantes y causan molestia cuando se aplican a los animales, pero raramente muere un animal debido a un insecticida sacado de plantas.

El azufre, la cal-azufre y el arsénico se han usado para tratar al ganado. El azufre, usado en forma externa, casi es completamente innocuo para los mamíferos. La cal-azufre, que realmente es un compuesto de sulfuros, puede causar irritación, malestar general y aun quemaduras severas. Rara vez mata a un animal.

El arsénico, usado en baños para el ganado, es extremadamente venenoso y ha proporcionado un control notable de la garrapata del ganado vacuno. Las numerosas pérdidas de ganado, en muertes y daños, a consecuencia de las quemaduras y ampollamientos después del baño, ilustran ampliamente la naturaleza tóxica de los baños arsenicales.

El arsénico se absorbe a través de la piel sin heridas ni escoriaciones, y se acumula en los tejidos, pero no es secretado ni excretado en la leche de los animales lecheros en cantidades apreciables.

El envenenamiento agudo con arsénico causa la muerte en 1 ó 2 días a partir del tratamiento. Al realizar la autopsia, el conducto intestinal muestra inflamación marcada, el hígado y otros órganos quizá están hinchados y los pulmones pueden estar gravemente congestionados. Un envenenamiento menos agudo puede levantar ampollas, grietas en la piel y caída de ésta, diarrea profusa, posiblemente con sangre; emaciación rápida, poco apetito y dolor evidente.

El envenenamiento por baños arsenicales no siempre es consecuencia de dosis excesivas Aun dosis normalmente inofensivas pueden producir quemaduras o la muerte si los animales se tratan en tiempo húmedo o están acalorados.

Debido a que los baños arsenicales son sobre todo soluciones de arsénico en agua y se dispone de una prueba segura, las pérdidas han sido menores que si las soluciones para el baño no se pudieran comprobar con facilidad.

Los numerosos compuestos arsenicales que se usan en el tratamiento de sembrados de campo pueden ser venenosos para el ganado que los coma. Con frecuencia el envenenamiento ha sido producido por polvos transportados por el viento a los pastizales o que quedan en los envases descuidadamente abandonados en predios ocupados por ganado. A veces un tanque para baño se vacía sobre un pasto no protegido. Parece que algunos animales desean arsénico y buscan los puntos contaminados.

Las sustancias orgánicas sintéticas han simplificado el control de los parásitos del ganado, pero también tienen sus peligros. Los más importantes son los

efectos acumulativos de exposiciones repetidas y los problemas de los residuos en la carne y en la leche. Como cada uno de los nuevos insecticidas es un estudio en sí mismo, lo mejor es estudiar cada uno de ellos aisladamente.

El DDT es un insecticida relativamente seguro. Todo el ganado puede tolerar aplicaciones sencillas del 8 por ciento de DDT. Ni aun 10 aplicaciones de DDT al 2 por ciento a intervalos de 2 semanas han producido cambios clínicos. El ganado vacuno toleró también 36 aplicaciones de DDT al 0.5 por ciento en los mismos intervalos. El ganado vacuno, los caballos, los borregos, las cabras y los puercos toleraron tratamientos con DDT al 1.5 por ciento a intervalos de 4 días.

El DDT también es inofensivo para los perros, pero se debe usar en dosis reducidas en los gatos, porque se pueden envenenar con cantidades relativamente pequeñas. Los pollos no deben rociarse o bañarse con DDT.

Los ratones y las ratas son muy susceptibles al DDT, como se ha visto por el número de roedores encontrados muertos en las trojes tratadas con DDT.

El DDT aparece en la leche del ganado vacuno inmediatamente después que se ha tratado. Los científicos del Colegio de Agricultura y Mecánica de Oklahoma lo descubrieron en 1947. El Departamento de Agricultura principió inmediatamente un estudio de muestras de leche tomadas semanalmente de vacas lecheras que se rociaban una vez al mes con DDT al 0.5 por ciento. Todas las muestras contenían de 0.1 a 2.0 p.p.m. (partes por millón) de DDT. El promedio fluctuó entre 0.6 a 0.7 p.p.m. En 1948 se hicieron estudios similares de la leche de vacas rociadas con DDT al 0.5 por ciento sólo como medida para combatir las moscas del cuerno. El contenido medio de DDT de esa leche fue de 0.25 p.p.m. Pruebas adicionales realizadas en condiciones controladas con vacas rociadas completamente con DDT al 0.5 por ciento indicaron que se había alcanzado un máximo de 2.6 p.p.m. el segundo día después de rociarlas y que la cifra bajó gradualmente hasta 0.3 después de 21 días.

En algunas pruebas se encontró un aumento de DDT en la leche después de rociados los pajares. La contaminación varió en intensidad. Aun cuando las aspersiones se hicieron con mucho cuidado, se encontró algo de DDT en la leche de las vacas que se alimentaron posteriormente del pajar, excepto cuando las artesas del pienso fueron totalmente protegidas durante la aspersión y lavadas después. El DDT puede acumularse en el sebo de los animales rociados o de animales alimentados con forraje contaminado. En una serie de experimentos hechos en el Laboratorio del Departamento en Kerrville, Texas, fueron rociadas vacas Hereford con terneros de leche cinco veces con DDT al 0.5 por ciento en intervalos de 4 semanas. La mitad de los terneros fueron rociados las cinco veces y los otros no fueron tratados. Dos semanas después del quinto tratamiento, el sebo de las vacas contenía un promedio de 15 p.p.m. de DDT. Los terneros no tratados que mamaban de las vacas tratadas dieron un promedio de 25 p.p.m. Los terneros tratados que mamaban de las vacas tratadas dieron 52 p.p.m. de DDT.

Becerros añejos Hereford fueron rociados a intervalos de 3 semanas con una emulsión de DDT al 0.5 por ciento. Tres semanas después de una aplicación, su grasa contenía 18 p.p.m. Tres semanas después del segundo tratamiento el promedio fue de 31 p.p.m. Después del cuarto fue de 32.8, y después del sexto fue de 35.2. Los becerros fueron perdiendo gradualmente DDT, y tenían 4.7 p.p.m. en el sebo 24 semanas después de la última rociada. Becerros añejos rociados una vez con DDT al 0.5 por ciento tuvieron 11.2 p.p.m. dos semanas después, pero después de 22 semanas tenían 2.9 p.p.m.

Añojos Hereford que tomaron 10 p.p.m. de DDT en todas las partidas de sus alimentos durante 30 días mostraron 6.8 p.p.m. en la grasa el último día de su alimentación. Borregos alimentados con la misma dieta mostraron 31

p.p.m. en la grasa al final del período de alimentación y 1.2 p.p.m. 90 días después de suspendida la alimentación con insecticida.

Solamente el isómero gamma del hexacloruro de benceno técnico es útil contra las plagas del ganado.

El isómero gamma puede separarse de los otros isómeros del hexacloruro de benceno técnico, obteniéndose un producto purificado, compuesto de 99 por ciento o más de isómero gamma. Este producto purificado se llama lindano. La mayor parte de los animales de granja son resistentes al envenenamiento con hexacloruro de benceno gamma. En tratamientos sencillos, el ganado vacuno y los caballos adultos pueden resistir aspersiones o baños que contengan 0.25 por ciento del isómero gamma. Las ovejas, las cabras y los puercos pueden resistir 0.5 por ciento. Pero los terneros jóvenes son muy susceptibles, por lo que el isómero gamma debe de usarse en ellos con mucha precaución. Los experimentos realizados hasta ahora no han establecido un punto fijo de peligro; pero terneros jóvenes Jersey se envenenaron con rocíos al 0.05 por ciento en número suficiente para hacer que esa dosis se considere ligeramente superior al máximum de seguridad. El uso de aspersiones o baños al 0.03 por ciento no ha causado muertes ni envenenamientos en miles de terneros.

El isómero gamma del hexacloruro de benceno es poco peligroso como intoxicante crónico. El uso de polvos humectables al 0.2 por ciento sobre ganado vacuno de pastizal no produjo perturbaciones clínicas, aunque se repitió la dosis 10 veces con intervalos de 2 semanas.

El hexacloruro de benceno se acumula en el cuerpo de los animales como una mezcla de isómeros. Ganado vacuno añojo Hereford fue rociado 12 veces a intervalos de 2 semanas con una emulsión de hexacloruro de benceno al 0.25 por ciento (0.03 isómero gamma); 2 semanas después de la última rociada había en la grasa 31 partes por millón de hexacloruro de benceno. Diez semanas después de la última rociada no se encontró residuo en la grasa. Esta acumulación se debió, según los últimos estudios, en su mayor parte a isómeros que no eran gamma.

El isómero gamma puro (el lindano es 99 por ciento isómero gamma) se acumula fácilmente, pero es eliminado con la misma facilidad. Becerros rociados una vez con lindano al 0.03 por ciento no mostraron residuos 2 semanas después de la rociada. Becerros rociados seis veces a intervalos de 3 semanas con rocíos de lindano al 0.03 por ciento no mostraron residuos apreciables 3 semanas después de cada tratamiento.

El lindano también es secretado en la leche después de las rociadas. Vacas lecheras rociadas con lindano al 0.05 por ciento mostraron en la leche 1.0 p.p.m. un día después de la rociada. Después de 7 días la leche fue negativa para el lindano. Las vacas rociadas con rocíos al 0.1 por ciento mostraron en la leche 1.5 p.p.m. de lindano un día después de la rociada. Al décimocuarto día la leche fue negativa para el lindano.

El ganado vacuno Hereford tomó 10 p.p.m. de lindano en todos sus alimentos y almacenó 8 p.p.m. en su grasa después de 70 días de alimentación. Ganado vacuno que comió 100 p.p.m. acumuló en su grasa 98 p.p.m. Este material acumulado desapareció rápidamente, y en 6 a 10 semanas la grasa fue negativa para las 10 p.p.m. y de 10 a 14 semanas para las de 100 p.p.m.

El hexacloruro de benceno es inofensivo para los perros y los gatos en polvos secos al 0.5 por ciento de isómero gamma. En los gatos no debe usarse excesivamente, porque son susceptibles al envenenamiento. Si el hexacloruro de benceno se usa como tratamiento para aves caseras, debe tenerse mucho cuidado de no mojarlas, porque se envenenan fácilmente.

El clordano es relativamente innocuo en cuanto a toxicidad aguda. Muchos de los animales de granja, excepto los terneros jóvenes, pueden resistir aspersiones y baño 2.0 por ciento. Los terneros jóvenes Jersey mueren a veces con rocíos al 1.0 por ciento.

El clordano no es tan inofensivo en cuanto a sus efectos crónicos. El ganado vacuno puede resistir uno o dos tratamientos de clordano al 2.0 por ciento con intervalos de dos semanas, pero muere con tres de esas aplicaciones. Parece que ocurre lo mismo con otros animales de granja.

No estamos seguros de si el clordano aparece en la leche de los animales tratados. Estudios de la leche de ganado lechero rociado con clordano al 0.5 por ciento, indican una posible contaminación de menos de 1 p.p.m. de clordano. Sólo podrán hacerse resúmenes concluyentes cuando se disponga de técnicas analíticas más específicas.

Parece que el clordano se almacena rápidamente en la grasa de los animales tratados. Los terneros rociados 12 veces con clordano al 0.5 por ciento mostraron en su grasa el equivalente de 20 p.p.m. de clordano dos semanas después de la décimasegunda aplicación. Diez semanas después de la décimasegunda aplicación no se encontró residuo apreciable. Una sola rociada con clordano al 0.5 por ciento posiblemente deja 25 p.p.m. de clordano en la grasa 2 semanas después de la rociada.

El ganado vacuno añojo Hereford tomó 25 p.p.m. de clordano durante 56 días con cada alimento y mostró únicamente 12 p.p.m. en la grasa en el vigésimoctavo día y 19 p.p.m. en el quincuagésimosexto día de alimentación. Sólo el 5 p.p.m. del insecticida permaneció en la grasa 12 semanas después de interrumpida la alimentación y desapareció completamente después de 20 semanas. Unas ovejas Delaine que tomaron la misma dieta mostraron solamente 7 p.p.m. al vigésimoctavo día y 12 p.p.m. en el quincuagésimosexto día. Ningún residuo de insecticida se encontró en la grasa 4 semanas después de suspendida la alimentación. Añojos Hereford tomaron 10 p.p.m. de clordano en cada ración de la dieta por 112 días y mostraron 11 p.p.m. en la grasa al finalizar el período de alimentación. La grasa de ovejas Delaine alimentadas con la misma dieta contenía 9 p.p.m. después del mismo período de alimentación.

Para los gatos y los perros el clordano es un insecticida seguro si se usa en cantidades recomendadas de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Como sucede con el DDT, se encontrarán muchas ratas y ratones muertos después de tratar los locales.

El toxafeno es razonablemente seguro cuando se usa como rocío para los animales de granja. Sin embargo, causaron daños fórmulas para baño, y fue difícil de determinar la causa.

Como un tóxico agudo, el toxafeno es muy peligroso para el ternero joven. Concentraciones de toxafeno al 1.0 por ciento han matado terneros muy jóvenes. El ganado vacuno adulto, las ovejas, las cabras, los caballos y los puercos resisten concentraciones al 2.0 por ciento.

No hay indicios de que el toxafeno sea un tóxico crónico para los animales de granja cuando se usa a las concentraciones recomendadas. Ganado vacuno tratado 10 veces con rocíos al 2.0 por ciento no mostró desarreglos clínicos. Y no tenemos un método específico para determinar la presencia o ausencia de toxafeno en la leche. La demostración de 1952 indicó que en la leche puede aparecer menos de 1 p.p.m. después de rociar una vaca con toxafeno al 0.5 por ciento.

El toxafeno tiene poca tendencia a ser acumulado en la grasa de los animales. Becerros Hereford bajo condiciones de alimentación experimental fueron rociados con toxafeno cada 2 semanas durante 24 semanas. Una semana después de la

doceava rociada no se encontró en la grasa ningún residuo. Durante las rociaduras el nivel pudo elevarse hasta 5 p.p.m. En una repetición de este experimento, exceptuado el ganado que estaba en los pastos, había en la grasa aproximadamente 8 p.p.m. 2 semanas después de la doceava rociadura.

Becerros y ovejas que tomaron en todos sus alimentos 10 p.p.m. de toxafeno, no mostraron nada de éste en la grasa al trigésimo día de alimentación según indicaron los análisis de cloruro orgánico.

El toxafeno es muy tóxico para los perros. No se ha estudiado su toxicidad en los gatos. Los animales domésticos no se deben tratar con toxafeno. El toxafeno no debe usarse directamente sobre los pollos.

El metoxicloro es inofensivo desde todos los puntos de vista. Aun terneros de una semana de nacidos toleraron rociaduras al 8.0 por ciento, y pollitos muy jóvenes no fueron afectados por baños al 4 por ciento.

El metoxicloro es secretado en la leche de las vacas, alcanzando 0.4 p.p.m. un día después de tratarlas con rocíos al 0.5 por ciento. No se considera causa de alarma la presencia de pequeñas cantidades de toxafeno en la leche, debido a su baja toxicidad.

El metoxicloro no tiende a acumularse en grandes cantidades en la grasa del ganado vacuno o de las ovejas. Dos semanas después de una sola aplicación de metoxicloro al 0.5 por ciento los becerros mostraron únicamente 2.8 p.p.m. en la grasa. Cuando se rocío el ganado seis veces en intervalos de tres semanas con rocíos al 0.5 por ciento, y se muestreó la grasa 3 semanas después de las aspersiones, el contenido fue el siguiente: una aspersión, 1.5 p.p.m.; dos, 1.5 p.p.m.; seis, 2.4 p.p.m. Todos los residuos desaparecieron 12 semanas después de la sexta aspersión.

El ganado vacuno Hereford añojo tomó 10 p.p.m. de metoxicloro en cada comida de la dieta sin que mostrara metoxicloro en el trigésimo día de alimentación. Ovejas Delaine sometidas al mismo régimen tampoco mostraron metoxicloro en la grasa después del mismo período.

El TDE es prácticamente como el DDT en lo que se refiere a toxicidad para los animales, acumulación en la grasa y secreción en la leche.

El dieldrín es tóxico para los terneros de una semana de nacidos en concentración al 0.25 por ciento, para el ganado vacuno al 2.0 por ciento y para las ovejas y las cabras al 3.0 por ciento. Parece que los puercos resisten hasta cerca del 4.0 por ciento. No es tan innocuo cuando se usa repetidamente. Ganado vacuno rociado tres veces con material al 0.5 por ciento y a intervalos de dos semanas mostró síntomas clínicos de envenenamiento.

El dieldrín se puede acumular en la grasa de los animales. Dos rociaduras al 0.25 por ciento con intervalos de tres semanas produjeron 17 p.p.m. en la grasa tres semanas después de la segunda aplicación; ocho aplicaciones produjeron 14 p.p.m. en la grasa tres semanas después del tratamiento final. Un residuo de 14 p.p.m. tardó trece semanas en desaparecer.

Ganado vacuno añojo tomó 25 p.p.m. de dieldrín en cada alimento y mostró 75 p.p.m. en la grasa en el vigésimoctavo día de alimentación y 74 p.p.m. en el quincuagésimosexto día. Ovejas Delaine alimentadas con la misma dieta mostraron 43 p.p.m. en la grasa después de 28 días de alimentación y 69 p.p.m. después de 56 días de nutrición. Al cabo de 32 semanas de interrumpida la alimentación aún había pequeñas cantidades de dieldrín en la grasa de los terneros y de los borregos.

El dieldrín es secretado en la leche del ganado tratado. Vacas lecheras tratadas con aspersiones al 0.5 por ciento mostraron un máximo de 7 p.p.m. en la leche al tercer día de rociadas. 21 días después del tratamiento la leche se encontró prácticamente libre de dieldrín.

Parece que el aldrín es un poco menos tóxico que el dieldrín, y que los terneros de una semana resisten concentraciones de cerca de 0.25 por ciento. Se sabe poco de la toxicidad del aldrín para otros animales.

Ganado Hereford tomó 25 p.p.m. de aldrín en cada ración alimenticia y mostró 49 p.p.m. en la grasa posteriormente de haber sido alimentado durante veintiocho días, y 78 p.p.m. después de cincuenta y seis días. Borregos Delaine alimentados con la misma dieta mostraron 60 p.p.m. en el vigésimoctavo día de alimentación, y 78 p.p.m. en el quincuagésimosexto día. Treinta y dos semanas después de suspendida la nutrición, se encontraron en la grasa pequeñas cantidades de aldrín. Ganado vacuno Hereford alimentado con 10 p.p.m. de aldrín en cada ración de la dieta durante ciento doce días presentó 49 p.p.m. en la grasa al finalizar el período de alimentación. Borregos Delaine sustentados con la misma dieta mostraron 55 p.p.m. en la grasa al finalizar la época de la manducatoria.

Son oportunas algunas explicaciones sobre el modo de realizar los experimentos para determinar los hechos anteriores.

Para determinar la cantidad de insecticida que puede ser mortal, varios animales, cada uno de una especie, son tratados con rocíos o baños, principiando con una concentración alta, reduciéndola o aumentándola según se crea conveniente. Se usa un número suficiente de animales y de diferentes concentraciones para producir el envenenamiento y para encontrar la dosis máxima innocua y una dosis tóxica mínima.

En todos los casos, los animales son saturados completamente con el rocío o con el baño. Se les permite estar en condiciones normales y revolverse libremente o echarse y lamerse a sí mismos o unos a otros.

Todos los animales se observan a intervalos cortos durante 48 horas o más para los síntomas de envenenamiento. Si se ven síntomas, se registran detalladamente para establecer un medio de reconocer el envenenamiento de que se trate en otros animales. Se llevan registros de todas las variables posibles: tiempo de aplicación, tipo de equipo, detalles de la fórmula, hora en que se presentan los síntomas, hora de la muerte y otros datos indicados que puedan necesitarse.

Si un animal muere por envenenamiento, se le hace la autopsia inmediatamente. Se registran todas las lesiones y se conservan muestras de los tejidos para estudiarlos al microscopio.

Hemos hablado de dosis tóxicas. Pero esas dosis no son necesariamente mortales para los animales en cuestión. Dosis tóxicas son las que causan algunas actividades anormales o afectan de otra manera la salud normal de los animales tratados que son más susceptibles. Cuando se mencionan dosis tóxicas mínimas se entiende que a esas dosis solamente uno o, cuando mucho, unos pocos animales del grupo tratado resultan afectados.

Los estudios sobre los efectos crónicos se realizan de la misma forma: simplemente se repiten las aplicaciones y las observaciones.

La contaminación de la leche se estudia rociando completamente o bañando a los animales lecheros y recogiendo a intervalos muestras de leche. Por lo general se toman muestras de leche durante varios días antes del tratamiento y a intervalos frecuentes después del tratamiento. Las muestras han de ser como una porción de toda la leche que se extrae con ordeñador mecánico, cada una en una cubeta, o insertando una cánula en la teta y recogiendo la leche en una vasija cerrada a través de un tubo flexible.

En todos los casos, cada pieza del equipo debe estar completamente limpia, restregada y seca. La ubre del animal debe estar limpia y seca. Desde el interior de la ubre hasta que el químico termina su análisis no se debe dar ocasión a que insecticidas externos contaminen la leche que va a estudiarse.

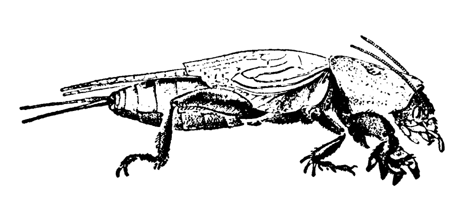
Para determinar las cantidades de insecticidas en el tejido animal se usan

dos métodos. Se pueden tomar cantidades apropiadas de diversos tejidos durante la autopsia después de muerte por envenenamiento o por matanza. Las muestras tomadas después de la matanza son caras, porque si los residuos son grandes la carne no se puede vender para el consumo humano y debe ser destruida. El método supone también el uso de muchos animales.

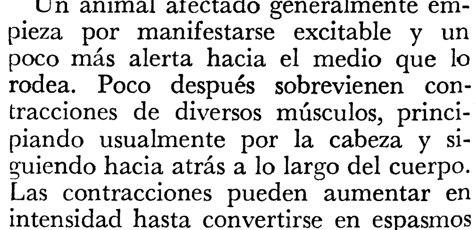
En los estudios de las muestras de autopsia de ganado vacuno y borregos se encontró que aun cuando los residuos de insecticidas alcanzaran varios cientos de partes por millón en la grasa, no llegaban a 2 p.p.m. en los tejidos musculares. Se decidió entonces que la grasa podría ser el tejido preferible para el trabajo analítico posterior. Los valores dados en este capítulo son todos para la grasa: la cantidad de insecticida en un trozo dado de carne será proporcional al porcentaje de grasa contenida en dicha carne. Por esta razón, los valores que damos son en realidad los extremos que podrían encontrarse en las condiciones de tratamiento enunciadas.

Para eliminar la pérdida de animales y obtener mejores datos se ideó una técnica de biopsia. Los animales tratados son derribados y convenientemente anestesiados, y se toma una muestra de grasa de 60 gramos del omento a través de una incisión abdominal. El procedimiento se parece mucho a una apendicectonomía. El método permite obtener muestras antes del tratamiento, así como algún tiempo después o durante el tratamiento. También permite que se obtengan de un solo animal los datos que proporcionan seis o siete por el método de la autopsia. Asimismo proporciona datos más valiosos. También son de valor las observaciones de la conducta de los animales tratados.

Los hidrocarburos clorurados revelan externamente sus efectos sobre un animal por diversas perturbaciones nerviosas. Dos animales envenenados con un insecticida dado no muestran nunca exactamente la misma cadena de síntomas, pero éstos son suficientemente parecidos para que cualquiera pueda identificarlos.



A semejanza del topo, el topogrillo ha desarrollado fuertes patas delanteras para perforar túneles en la tierra, en la que se alimenta de las raíces de las plantas.



Un animal afectado generalmente empieza por manifestarse excitable y un poco más alerta hacia el medio que lo rodea. Poco después sobrevienen contracciones de diversos músculos, principiando usualmente por la cabeza y siguiendo hacia atrás a lo largo del cuerpo. Las contracciones pueden aumentar en intensidad hasta convertirse en espasmos y finalmente en convulsiones. Además, el animal puede tomar posturas anormales, como mantenerse en pie con la cabeza entre las patas delanteras y debajo del cuerpo, una posición rígida con las patas traseras estiradas y movimientos masticatorios persistentes. De vez en cuando el animal ataca cualquier objeto que se mueve. Suele haber salivación abundante, ojos en blanco, escurrimiento de orina y chillidos. La temperatura del cuerpo puede subir hasta 46° C.

Algunos animales no muestran ninguno de estos síntomas activos; por el contrario, se muestran deprimidos e indiferentes a lo que les rodea. Otros se muestran alternativamente deprimidos y excitados. La intensidad de los síntomas no es indicio de muerte ni de supervivencia. Puede ocurrir la muerte una hora o varias semanas después de la exposición. La mayoría de los casos pasan este proceso en un plazo de 72 horas.

Los resultados de la autopsia son variables. Por sí solos nunca son diagnósticos de envenenamiento por los insecticidas. Por lo general habrá cianosis (coloración azulada de la piel y de las membranas), congestión y pequeñas hemo-

rragias de varios órganos, con más frecuencia en el corazón. Por lo común, los pulmones están congestionados, pesados y de color oscuro, sugiriendo las primeras fases de la neumonía. A menudo aparece un exceso de fluido en y alrededor del cerebro y de la espina dorsal.

Si el animal estuvo afectado durante mucho tiempo, el cadáver puede estar flaco y carente de humedad. El hígado y los riñones pueden mostrar consistencias anormales.

Son pocas las lesiones microscópicas en los animales que mueren rápidamente, además de las mencionadas, que pueden observarse en la autopsia. En casos prolongados, hay cambios en la grasa del hígado y de los riñones, alguna degeneración de esos órganos y degeneración del cerebro. Aparte de esto, son pocos, si es que hay alguno, los cambios importantes que pueden verse.

Evitamos un número incontable de muertes de ganado y pérdidas económicas costosas haciendo estos experimentos antes de que tengan amplio uso materiales nuevos. Algunos animales tienen que ser sacrificados en experimentos cuidadosamente controlados a fin de encontrar métodos seguros que permitan al ganadero usar los nuevos productos químicos para un control mejor de las plagas.

R. D. RADELEFF, *veterinario de la Oficina de Industria Animal, se dedica a investigaciones de toxicología de los insecticidas.*

R. C. BUSHLAND, *encargado del laboratorio Kerrville, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, fue de los primeros en estudiar los insecticidas de hidrocarburos clorurados para determinar su valor en el campo de la entomología médica.*

H. V. CLABORN, *es químico de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal, y desde 1929 trabaja en la Sección de investigaciones sobre insecticidas.*

Los residuos, los suelos y las plantas

Victor R. Boswell

DESDE 1940 Y TANTOS se ha renovado y ha aumentado el interés por las cuestiones relativas a residuos de los productos químicos agrícolas en el suelo. La causa fue que recientemente se le han proporcionado a la agricultura muchos compuestos sintéticos enteramente nuevos para combatir las plagas, y cuya estabilidad y toxicidad para las plantas, cuando se encuentran en el suelo, son desconocidas en gran parte.

Durante la Segunda Guerra Mundial, cuando empezó a usarse el DDT en este país, una de sus propiedades que nos intrigó de modo especial fue su persistencia insólita. Casi parecía demasiado bueno para ser cierto que una sola aplicación de una pequeña cantidad de solución de DDT sobre las ventanas o sobre las puertas de tela de alambre, las paredes y las molduras conservara su eficacia para matar moscas durante muchas semanas. Hubo la esperanza de que resultara muy persistente en el suelo para matar insectos dañinos. Parecía muy deseable que contáramos con un insecticida de tal persistencia, que un solo tratamiento del suelo para combatir los insectos conservara su eficacia durante años. El DDT resultó ser precisamente esa sustancia tan notable. En los Estados

Unidos del Este encontraron los entomólogos que el DDT aplicado al suelo en proporción de 23.0 kilogramos por hectárea en 1945 aún conservaba su eficacia en 1950 contra las larvas del escarabajo japonés. Pero en ciertos suelos tropicales y algunos otros el DDT pierde su eficacia relativamente pronto.

Pero la estabilidad o persistencia de un insecticida en el suelo, que puede ser muy deseable para combatir los insectos, puede también convertirse en una desventaja seria en ciertas condiciones. ¿Es perjudicial para las plantas, las bacterias del suelo o los hongos? ¿Cuánto tiempo durará éste o aquél insecticida en el suelo sin lixiviarse, sin evaporarse gradualmente o sin hacerse inactivo para las plantas o para los insectos por cambios químicos o por la acción de microorganismos del suelo? ¿Si cualquier cantidad es dañosa para las plantas, o para las bacterias del suelo y para los hongos, es también tan persistente que los residuos que lleguen al suelo después de espolvorear o rociar los sembrados se acumulen en cantidades que perjudiquen el crecimiento de las plantas? Si los residuos pueden acumularse, ¿con qué rapidez lo hacen? ¿Con cuánta frecuencia y en qué cantidad se puede usar una sustancia sin peligro de reducir la productividad del suelo al cabo de cierto número de años? ¿Puede suprimirse o corregirse con un tratamiento especial del suelo una cantidad dañosa de ese residuo? Estas son preguntas que se deben contestar no solamente para los insecticidas, sino para cualquier producto químico agrícola que se aplique al suelo deliberadamente o que llegue a él fortuitamente.

Una de las primeras informaciones sobre el daño de un sembrado atribuido a la acumulación de un insecticida en el suelo apareció en 1908. Los síntomas del daño fueron evidentes en los manzanos de un huerto de Colorado que habían sido rociados repetidamente con arseniato de plomo. El análisis del suelo reveló 61 p.p.m. (partes por millón) de arsénico en el suelo del huerto, mucho más que la cantidad presente naturalmente. Trabajos posteriores indican que el daño en cuestión no se debió directamente al arseniato en la superficie del suelo del huerto. Pero el trabajo anterior demostró que el uso ordinario de un insecticida arsenical en un huerto produce una acumulación de arsénico en la superficie del suelo.

Durante los años de 1930 a 1933, en Carolina del Sur, varios investigadores comunicaron una serie de observaciones y estudios de la toxicidad del arsénico en el suelo para las plantas de siembra. Encontraron que en suelos densos —en estos casos arcilla Cecil y arcilla Davison— los cereales y el algodón fueron perjudicados por miles de kilos de arseniato de calcio por hectárea. La veza y el frijol de maíz fueron dañados por 1,000 a 1,500 kilogramos por hectárea o más. La soya no sufrió daños en un suelo arcilloso con cantidades grandes, pero en una arcilla arenosa Norfolk se causaron daños serios con 200 a 300 kilogramos por hectárea. Los aludidos investigadores encontraron que los sembrados en suelos de bajo contenido de hierro fueron perjudicados por cantidades mucho más pequeñas de arsénico en el suelo que cuando se plantaban en suelos con alto contenido de hierro. La soya sufrió graves daños en arcilla arenosa Norfolk sólo 3 años después de haberse espolvoreado algodón con arseniato de calcio para combatir el gorgojo. Por el mismo tiempo aproximadamente otros encontraron también en Luisiana que una cantidad dada de arseniato de calcio causaba daños mucho mayores en un suelo ligero que en uno pesado. En arcillas aluviales Crowley no afectaron al arroz ni 50 ni 150 kilogramos por hectárea. Pero en migajón arenoso muy fino Crowley, 50 kilogramos redujeron el rendimiento del arroz el 45 por ciento, y 150 kilogramos lo redujeron el 65 por ciento.

En la década de los cuarentas, el trabajo realizado en la parte central de Nueva Jersey reveló que la mayoría de los vegetales son sensibles al arsénico. El frijol lima, el frijol ejotero y el nabo fueron especialmente sensibles al



Insecto de espuma produciendo su masa protectora de burbujas. Dentro de ella queda a cubierto de los rayos directos del sol y se mantiene húmedo en la espuma.



La libélula. Las ninfas de estos insectos viven bajo el agua y están dotadas de labios inferiores extensibles que utilizan para atrapar su presa.

arsénico; murieron con 1,000 ó 2,000 kilos por hectárea en la superficie del suelo hasta una profundidad de 8 centímetros. Se retrasó el primer crecimiento de todos los sembrados, y de algunos en forma muy grave, pero las plantas que lograron sobrevivir lo suficiente para que las raíces penetraran a una profundidad mayor que la zona tratada se recobraron considerablemente.

Las acumulaciones más grandes de residuos de arsénico provenientes de las rociaduras de las cosechas se han observado en los suelos de los huertos del Noroeste, sobre el Pacífico, especialmente en Washington, donde se aplicaron copiosos rocíos de arseniato de plomo anualmente durante muchísimo tiempo. La mayor parte del residuo de arsénico se acumula en una capa superficial del suelo de 15 a 20 centímetros de espesor, y las cantidades encontradas por debajo de los 20 centímetros raramente excedían a las cantidades que en forma natural se encuentran en el suelo. Los árboles viejos de los huertos no sufrieron aparentemente ningún daño con las grandes acumulaciones encontradas algunas veces, debido a que el arsénico se acumuló únicamente en la superficie hasta 15 ó 20 centímetros, después que la mayor parte de las raíces de los árboles habían penetrado bien en las capas más profundas del suelo. En algunos huertos se determinaron en los 20 centímetros superficiales cantidades hasta de 1,400 kilogramos por hectárea, aproximadamente, de trióxido de arsénico acumulado. Se han encontrado cantidades de arsénico de más de 30 veces y cantidades de plomo de más de 40 veces las que se encuentran en forma natural. Aunque una gran cantidad de arsénico en la superficie del suelo no puede dañar a los árboles, es definitivamente dañoso para muchas clases de siembras de abono o de cubierta, y las siembras de abono son esenciales para un rendimiento provechoso de los árboles durante mucho tiempo. A medida que se acumulaba el arseniato de plomo, las siembras de cubierta de las legumbres empeoraban progresivamente.

Durante los años de depresión de la década de los treintas se arrancaron en Washington muchos de los huertos menos productivos y se hicieron esfuerzos para producir alfalfa u otras cosechas anuales en la tierra de los huertos viejos. La alfalfa y las judías morían con frecuencia en aquellos suelos con gran cantidad de arsénico, aunque se movilizaron inmediatamente a lugares vecinos que no recibían residuos de aspersiones. De las huertas de legumbres observadas en numerosos sitios de huertos viejos, ninguna tuvo éxito completo y muchas fracasaron. Varios años después de suprimidos los árboles que habían sido copiosamente rociados se dieron bastante bien el arroz y las patatas, pero tanto los frijoles como los chícharos mostraron aún gran sensibilidad. Después de varios años mostraron sensibilidad intermedia los tomates, los espárragos y las uvas, pero se desarrollaron mal en tierras donde se habían arrancado recientemente los árboles.

Si las raíces de los árboles encuentran las altas acumulaciones de arsénico que existen en las capas superiores del suelo de algunos viejos huertos, los árboles pueden sufrir daños definitivos. Síntomas específicos de la toxicidad del arsénico han aparecido en los durazneros albaricoqueros plantados en suelos de donde se habían quitado huertos de manzanos rociados mucho tiempo atrás.

A medida que pasan los años, la toxicidad de los suelos de los antiguos huertos va decreciendo gradualmente. Con la cesación de las aplicaciones de arsénico, con los graduales efectos lixviadores de las lluvias y los riegos y con el continuado cultivo de las plantas menos sensibles llegará a restablecerse últimamente, después de muchos años, la productividad de aquellas tierras del Noroeste. En Carolina del Sur también se notó que después que se suprimieron las aplicaciones de arsénico (al algodón) volvió gradualmente la productividad a los suelos que habían sido dañados.

Desde 1945 se han usado grandes cantidades de insecticidas orgánicos sintéticos nuevos. Los insecticidas más importantes se pueden clasificar en uno u otro

grupo de los dos que se hacen de estas sustancias: 1) los hidrocarburos clorurados, tales como el DDT y el BHC, y 2) los compuestos del fósforo, tales como el paratión y el HETP. Sin antecedentes de anteriores experiencias con estas sustancias u otras análogas como insecticidas, no había base para saber si cualquiera de ellas podría ser más persistente o tóxica en el suelo para las plantas que el arseniato de plomo, por ejemplo, o menos que el mismo arseniato. La fuerza casi increíble de algunos de ellos para matar insectos, la aparente estabilidad del DDT y aun la "novedad" de estos materiales, todo esto se combinó para dar verdadera urgencia a las cuestiones que se presentan acerca de ellos. Los casos de daños a los huertos y a los algodonales por acumulaciones de arsénico sirvieron de advertencias de lo que *podría* resultar del uso largamente continuado. Si una de estas sustancias nueva fuera, mezclada con el suelo, muchas veces tan tóxica como el arseniato de plomo lo es para las plantas cultivadas comunes (algunas son bastantes veces más tóxicas que el arseniato de plomo para los insectos del suelo) y tan persistente como el arseniato de plomo o más, seguramente podría causar problemas más adelante. Desde el principio temieron algunos que en ciertas condiciones de uso los agricultores podrían encontrar efectos dañinos para las cosechas por los residuos en el suelo en un tiempo más corto y de carácter más inquietante que los que habían resultado de usar arseniato de plomo. No tardó en existir no precisamente uno o dos compuestos que era preciso tener en cuenta, sino una docena, y era importante averiguar lo antes posible cuál podía ser su efecto potencial a largo plazo.

Una de las observaciones más notables sobre la respuesta de la planta es que varios insecticidas, cuando se encuentran en el suelo en cantidades apreciables, pueden reducir definitivamente su velocidad de crecimiento, el crecimiento total y el rendimiento (sea de semilla o fruta) sin que se produzca encima del suelo ningún síntoma de daño. Esta incapacidad para descubrir cualquier efecto perjudicial mediante la inspección de las partes de la planta que sobresalen del suelo muy bien puede tener por consecuencia que pasen inadvertidos muchos casos de daños insospechados producidos por residuos de un insecticida. La cosecha puede parecer completamente normal, pero si no existen cerca plantas exactamente comparables en un suelo libre de residuos, no se podrá apreciar el retraso del crecimiento a menos que sea muy pronunciado. Por lo general, síntomas definidos del daño sólo se dejan ver cuando el crecimiento se ha retardado tanto que sería notorio acompañado o no por otros síntomas. Las decoloraciones y las deformaciones de las hojas y los tallos figuran entre los últimos síntomas que aparecen. Cuando éstos se hacen aparentes ya puede haberse producido mucho daño.

La situación no es tan difícil de apreciar bajo el suelo. En general, las plantas retrasadas en su crecimiento por el DDT o por el BHC mostrarán anormalidades en la raíz, aunque la parte superior parezca normal. Las plantas afectadas moderadamente pueden mostrar sólo sistemas de raíces algo desmedradas y cortas. En casos más graves las raíces están a veces descoloradas, son anormalmente cortas, numerosas y virtualmente sin pelos radicales. El daño extremo se caracteriza por raíces cortas muy numerosas, gruesas y nudosas. El crecimiento de las raíces parece haberse detenido poco después de iniciado, con sucesivas emisiones de raíces que emergen para sufrir la misma suerte.

No deja de ser extraño que el DDT en el suelo parece tener poco efecto en la germinación y en la emergencia, aunque muchas plantas son muy sensibles a él después de salir del suelo. El BHC técnico, por otro lado, ha mostrado un efecto consistente y muy dañino sobre la germinación y la emergencia, así como también sobre el crecimiento posterior. Muchos investigadores han descrito los brotes anormales de diversas semillas germinadas en medios que contienen BHC. El engrosamiento y retorcimiento del tejido en casos extremos indican que son

inducidos por algunas de las sustancias llamadas reguladoras del crecimiento, como el 2,4-D, que son eficaces en cantidades extremadamente pequeñas. Las semillas de muchos cultivos sembradas inmediatamente después de mezclar clordano (25 kilogramos o más por hectárea) con el suelo también dan lotes pobres de plantas. Las cantidades de diferentes sustancias que se necesitan para producir estos efectos notorios se estudian más adelante.

Las determinaciones de la velocidad de acumulación y persistencia de un insecticida en el suelo abarca evidentemente muchos años de trabajo. Por otro lado, la sensibilidad relativa de diferentes clases de plantas a diversos insecticidas se puede encontrar en un tiempo mucho más corto. Si cantidades muy grandes de ciertos insecticidas son dañosas para una gran variedad de plantas, interesan poco los peligros potenciales de su acumulación, suponiendo que se acumulen y que los productos de su descomposición no sean dañosos para el crecimiento o la calidad de las plantas. Si mezclas que representan acumulaciones relativamente pequeñas en el suelo producen efectos indeseables sobre las plantas, resulta importante conocer inmediatamente qué plantas difieren en sensibilidad y qué cantidades de la sustancia pueden ser toleradas sin daño.

En el estudio de la tolerancia de las plantas a diferentes insecticidas en el suelo, el investigador trata por lo general una serie de parcelas con aplicaciones cada vez mayores; la mayor parte de los tratamientos son deliberadamente mucho más grandes que los que se pudieran haber aplicado en una sola vez, o en un año, en la práctica. No solamente desea saber qué plantas pueden no sufrir daño con las cantidades ordinarias de uso, sino que también quiere saber qué cantidad de una sustancia dada se necesita para producir daño. No sólo es importante saber qué cantidades son inofensivas, sino también qué cantidades son peligrosas para el crecimiento normal de la planta. Debido a estas razones, muchos de los experimentos mencionados en estas páginas suponen algunas dosis verdaderamente masivas.

El hábito de crecimiento de una planta determinada y las condiciones de cultivo en que se desarrolla pueden determinar que sus raíces lleguen o no a tener contacto con un insecticida al que se sabe que es —o puede ser— sensible. Como en el caso del arsénico, el DDT se acumula en la superficie del suelo. Es muy insoluble, estable y no desciende a la zona donde se encuentran la mayoría de las raíces de los árboles. El DDT se ha aplicado a la superficie de un suelo sin roturar debajo de grandes manzanos en cantidades de hasta 3,000 kilogramos por hectárea sin que se afectasen los árboles. Se han aplicado más de 50 kilogramos de DDT por hectárea para destruir las larvas del escarabajo japonés a la superficie de un suelo en el que vivían gran variedad de plantas leñosas de vivero sin que resultaran perjudicadas. Aparentemente, durazneros bien arraigados no se perjudican por años de acumulación de DDT en el suelo, pero las raíces de los durazneros recién nacidos son claramente sensibles a cantidades de 100 kilogramos o más por hectárea de DDT en el suelo en que están plantados. En general, es probable que los árboles y los arbustos no sean más resistentes a uno u otro de esos poderosos compuestos que los cultivos anuales que se han experimentado, sino que no sufren daño indudablemente porque el material tóxico no llega a sus raíces.

Hemos visto algunos casos de plantas anuales que se han recobrado parcialmente de un daño ligero que parecía deberse al hecho de que al fin las raíces profundas penetraron más abajo de la superficie tóxica del suelo hasta llegar a capas no contaminadas. Las especies con sistema radicular superficial o las plantas que sufren daños graves en suelos altamente tóxicos, por lo general no pueden echar raíces suficientes por debajo de la zona tóxica para reponerse.

No sólo las diversas especies de plantas difieren mucho en su sensibilidad

para éste o aquél insecticida en el suelo, sino que variedades de una misma especie muestran en ocasiones grandes diferencias. Las relaciones botánicas convencionales no siempre son bases seguras para predecir cómo reaccionará una especie o variedad dada.

Los efectos del DDT y del BHC se han estudiado más extensamente que los otros insecticidas nuevos, y por esta razón proporcionan más ejemplos que pueden ser citados. De ningún modo se han probado lo suficiente todos los cultivos importantes con la mayor parte de los nuevos compuestos para permitir una clasificación según la sensibilidad de cada uno de aquéllos.

Las plantas de maíz y otros cereales que se han probado, por lo general toleran dosis relativamente grandes de DDT en el suelo, aunque hay algunas excepciones sorprendentes. De hecho, aparecen frecuentes excepciones en la conducta general de muchos grupos de plantas en respuesta a diversos insecticidas mezclados con el suelo. En esta etapa de nuestros conocimientos son pocas las generalizaciones que parecen seguras.

Casos de germinación aminorada y de estancamiento del maíz se han atribuido a dosis de 100 a 400 kilogramos por hectárea de DDT en el suelo, pero la mayoría de las observaciones no muestran efectos de esas cantidades sobre la germinación ni el estancamiento ni sobre el crecimiento posterior. Dos investigadores informaron que el DDT parece estimular un poco el crecimiento del maíz, aparte de sus efectos como insecticida. En algunas pruebas no han producido ningún efecto dosis de hasta 1,000 kilogramos por hectárea. Por lo general, el trigo es tolerante, como lo son la mayoría de las pocas variedades de cebada y avena que se han probado. Algunas variedades de centeno, especialmente la Abruzzi y la Rosen, son muy sensibles al DDT. Dosis de 50 a 100 kilogramos por hectárea reducen marcadamente el crecimiento del centeno Abruzzi, y en ciertas condiciones a veces causa daño una cantidad tan pequeña como 25 kilogramos. La acumulación de residuos en un huerto de duraznos después de sólo 4 años de uso normal (en total cerca de 100 kilogramos por hectárea) afectó seriamente el crecimiento del centeno Abruzzi como siembra invernal de abono.

La patata es otro cultivo importante que hasta ahora parece que es tolerante a grandes cantidades de DDT en el suelo: hasta de 400 kilogramos por hectárea, y posiblemente más en cierta clase de suelos. Los individuos de la familia de la col son también mucho más tolerantes que algunos otros cultivos. Las pocas variedades probadas de col, brocoli, col rizada y nabos no han mostrado efectos sobre las plantitas jóvenes con dosis hasta de 400 kilogramos por hectárea. El tabaco toleró 100 kilogramos. El algodón, la soya, los cacahuates y otros muchos cultivos importantes se han probado muy poco, de suerte que su clasificación es insegura. Pero en las pocas pruebas registradas parecen algo sensibles, pero no mucho.

Algunos miembros de la familia del chícharo son muy sensibles al DDT, en tanto que otros no lo son. En general, los frijoles ejoteros y los frijoles lima son sensibles, y algunas variedades lo son extremadamente. El frijol ejotero sin fibra Black Valentine es probablemente tan sensible como cualquier variedad de una planta cultivada común observada hasta la fecha. Su crecimiento se afecta con cantidades tan pequeñas como 25 a 50 kilogramos por hectárea. En ciertas condiciones de campo, 100 kilogramos redujeron el crecimiento notablemente, y 200 kilogramos redujeron el rendimiento a la mitad. Parece que otras variedades comunes son algo menos sensibles. La espinaca, la remolacha y el tomate también son muy sensibles al DDT en el suelo, en tal forma que 25 kilogramos por hectárea producen depresión marcada del crecimiento en ciertas condiciones.

En general, los miembros de la familia de la calabaza son de sensibles a muy

sensibles, pero también hay excepciones. La calabacita y la calabaza de verano de la misma especie *(Cucurbita pepo)* son extremadamente sensibles; los pepinos lo son moderadamente, en tanto que el melón parece bastante tolerante.

Entre las frutas, únicamente el durazno y la fresa se han probado en tal forma que las raíces de alimentación estuvieran expuestas a un suelo contaminado con DDT. El durazno es sensible. La fresa es altamente sensible, hasta el punto de que el solo espolvoreo de los surcos de plantas madres jóvenes para combatir los insectos dejó suficiente DDT en la superficie del suelo para perturbar seriamente la formación de plantas hijas. El enraizamiento de los nudos de los estolones se reduce señaladamente con el DDT en el suelo superficial a través del cual deben pasar las raíces jóvenes si han de afianzarse y sostener una hijuela.

La forma de reaccionar varias plantas al DDT en el suelo no indica de ningún modo cómo reaccionarán al BHC. De hecho, muchas de las diferencias relativas entre los cultivos en cuanto a sus reacciones al DDT son al contrario con el BHC. Por ejemplo, el maíz no se afecta o se estimula ligeramente con el DDT, en tanto que las alubias verdes son muy sensibles, pero en algunas ocasiones el maíz llega casi a morirse con concentraciones de BHC que toleran las alubias sin daño apreciable. A pesar de la gran sensibilidad alta de ciertas plantas para el DDT, algunas importantes son muy tolerantes; pero ninguna tolerará ni siquiera aproximadamente tanto BHC como DDT es tolerado por algunas plantas, y la mayoría de las que se han probado son o muy susceptibles o susceptibles al BHC. El melón Honey Dew es una de las plantas más sensibles probadas en suelos con BHC. Las fresas, por otro lado, muy sensibles al DDT, parecen extraordinariamente tolerantes para el BHC.

De Europa y de aquí mismo, de los Estados Unidos, se han registrado gran número de observaciones sobre los efectos del BHC. Uno de los puntos más sorprendentes de esas informaciones son los efectos constantemente dañinos de la proximidad, o el contacto, de BHC concentrado con semillas para sembrar. A causa de su eficacia para combatir muchos insectos que viven en el suelo y que atacan las semillas y las plantas nuevas antes de que salgan del suelo, se han hecho numerosos experimentos en los que se espolvoreó BHC sobre la simiente en surco abierto antes de cubrirla con tierra. La consecuencia habitual eran daños notorios aunque se aplicasen sólo de un kilogramo o dos hasta 5 ó 6 de BHC técnico por hectárea. El recubrimiento de las semillas de alubias y de maíz con 112 gramos de BHC técnico por 36 litros, al que se le añadió un adherente, produjo daños graves.

Algún daño causó al trébol rojo, a la soya y a la veza una cantidad tan reducida como tres partes por millón (alrededor de seis kilogramos por hectárea de suelo hasta 16 centímetros de profundidad) de BHC técnico, mientras que 30 partes por millón causaron daños graves. Se ha informado que hasta 15 kilogramos por hectárea mezclados con el suelo no son dañosos para los sembrados de granos, en tanto que informes de otras pruebas hechas en otras condiciones mostraron que de 20 a 50 kilogramos dañaban al trigo, a la avena y a la cebada. Dosis de 50 kilogramos o más por hectárea suelen ser nocivas para la mayoría de los cultivos sembrados el mismo año en que se aplicó BHC técnico. Sin embargo, de 50 a 80 kilogramos no resultaron perjudiciales para el algodón ni para el tabaco al año siguiente.

Aplicaciones experimentales de 100 a 200 kilogramos por hectárea de BHC técnico —en esfuerzos realizados para encontrar los límites superiores de tolerancia de los cultivos "resistentes"— han destruido siempre las plantaciones.

Algunas variedades de patata tuvieron un crecimiento y una producción aparentemente normales en un suelo tratado con 80 kilogramos, en tanto que otras en diferentes condiciones resultaron perjudicadas con sólo 20 kilogramos.

Independientemente del efecto sobre el crecimiento, ahora se sabe bien que el BHC no debe usarse nunca en patatas, batatas, zanahorias, remolachas y otras raíces, ni en cacahuates —cualquier cosecha en que la parte comestible se encuentre en contacto con la tierra— en fase de crecimiento, porque el insecticida perjudica al sabor o da mal olor al producto.

Cuando una sola aplicación de BHC no es mayor que la recomendada para combatir una plaga específica en el suelo, y cuando se mezcla completamente con él, de suerte que no quede muy concentrado cerca de la semilla o de la planta joven, no siempre es dañoso, pero es muy tóxico para las semillas en germinación y para las raíces de la mayoría de las plantas, por lo que debe usarse con discreción.

Después de estudiar las anormalidades de los tejidos y las células de las plantas causadas por contacto con el BHC, investigadores de la India y de Europa han llegado a sugerir la posibilidad de que la repetida siembra y reserva de semilla del mismo linaje de plantas en un suelo que contenga cantidades apreciables de BHC puede causar degeneración genética del linaje. Aunque éste parece un punto de vista extremo, solamente el tiempo puede decir si está bien o mal fundado.

El lindano, una preparación relativamente pura del isómero gamma del BHC, contiene muy poco de las diferentes impurezas olorosas que hay en el BHC técnico y que tienen un poco o ningún valor insecticida, pero que, sin embargo, son muy tóxicas para las plantas. El lindano es de interés particular porque basta de él una octava parte de la cantidad necesaria de BHC técnico para combatir eficazmente los insectos, y además huele menos. Algunos trabajadores han demostrado que aunque tiene muy poco efecto dañino, si es que tiene alguno, sobre la germinación y desarrollo inicial de las plantas, tiende a ser tan tóxico para el desarrollo posterior, *kilo por kilo,* como el BHC. Por supuesto, en la práctica las posibilidades de añadir grandes cantidades de lindano en un período corto son muy remotas, debido especialmente a que el costo por unidad de isómero gamma es mucho más alto en forma de lindano que en la de BHC técnico.

El clordano y el toxafeno se han usado en menor cantidad que el DDT y el BHC y se han estudiado menos sus posibles efectos tóxicos sobre las plantas.

En aplicaciones en el campo hasta de 20 kilogramos por hectárea, el clordano ha sido inofensivo para el tabaco, el algodón, la soya, el frijol de maíz, el maíz y el centeno. En otros campos, 28 kilogramos impidieron ligeramente el crecimiento de los frijoles cuando se plantaban poco después de aplicado el clordano al suelo. No tuvieron efecto sobre una gran variedad de especies de pastos de 20 ó 25 kilogramos por hectárea, pero causaron un daño temporal al césped y a las praderas de 40 a 80 kilogramos de clordano. El clordano fue más tóxico para cuatro variedades de sorgo en pruebas de invernadero con 200 kilogramos por hectárea que para la mayoría de los cereales sometidos a prueba. Las fresas mostraron mucha tolerancia.

Los efectos del clordano sobre la germinación y primer desarrollo de sembrados de legumbres fueron bastante variables. Algunos investigadores encontraron que 20 kilogramos por hectárea no tienen efecto sobre la germinación de una amplia variedad de legumbres, en tanto que otros hallaron que de 20 a 25 kilogramos o más por hectárea dañan a los frijoles, las remolachas, los tomates y los miembros de la familia de la calabaza. Cien kilogramos o más dañan seriamente la germinación de esos cultivos. Por otro lado, se afectó muy poco la germinación del frijol lima, el maíz y la familia de la col.

También fueron variables los efectos del clordano en la última parte del crecimiento de las legumbres. Se ha informado que una cantidad tan pequeña

como 5 kilogramos por hectárea afectaron el crecimiento de variedades sensibles de calabaza en unas pruebas, pero otras no sufrieron daño con 25 kilogramos o más. Aparentemente, otras legumbres sufren daño algunas veces después de salir de tierra con sólo 20 kilogramos por hectárea, y en otros casos no lo han sufrido con 100 kilogramos por hectárea. Parece que el melón, especialmente el Honey Dew, algunas variedades de calabaza y el pepino son muy sensibles.

Cuatro kilogramos de clordano por hectárea aplicados en el surco antes de cubrir los trozos de semilla de caña de azúcar estimularon ligeramente la emergencia de los brotes y no causaron ningún daño.

De los pocos informes sobre los efectos del toxafeno, ninguno muestra efectos dañosos sobre la germinación y primer desarrollo de la planta ni sobre su desarrollo después de haber salido de tierra, donde se han utilizado no más de 25 kilogramos por hectárea. Un investigador encontró que la germinación del tomate y el crecimiento de post-emergencia de la calabaza, de la calabacita y de la sandía fueron deprimidos en cerca de un tercio con 100 kilogramos de toxafeno por hectárea. Doscientos kilogramos deprimieron el crecimiento del sorgo en cerca del 50 por ciento, y el de los frijoles y tomates cerca del 30 por ciento. La mayor parte de los cereales y los frijoles lima sometidos a prueba fueron poco afectados por esa cantidad.

Otros dos insecticidas, el aldrín y el dieldrín, son tan nuevos que se han usado y estudiado menos aún que los discutidos en las páginas anteriores. Los pocos datos que se tienen indican que para la mayoría de las plantas de cultivo son más tóxicos que el DDT, el clordano y el toxafeno, *kilogramo por kilogramo,* pero menos tóxicos que el BHC y el lindano. Parece que el dieldrín es en general más tóxico que el aldrín. Debido a su gran potencia, las dosis que se recomiendan son muy pequeñas. De aquí que su acumulación como residuos en el suelo dañinos para las plantas no parece probable ahora que ocurra en corto tiempo, si es que llega a ocurrir.

El paratión en el suelo, hasta 50 a 100 kilogramos por hectárea, no ha producido efectos dañosos en el crecimiento de las legumbres con la posible excepción de las alubias y los melones, plantados poco después de tratado el suelo. Las plantaciones efectuadas después de 3 ó 4 meses del tratamiento no sufrieron daño. Poco después de aplicados tratamientos intensos hubo alguna depresión en la germinación, pero no se afectaron plantaciones posteriores. El paratión estimuló el crecimiento de las fresas.

Pruebas extensas de DDT con muchos cultivos muestran que ciertos ácidos de suelos orgánicos convierten grandes cantidades de DDT en innocuas para plantas que son dañadas seriamente con iguales cantidades aplicadas a determinados suelos minerales. Los suelos minerales muestran ciertas diferencias en el grado del daño que produce una cantidad dada de DDT mezclada con ellos. De lo poco que ahora se sabe, parece que en suelos arenosos ligeros, con poca arcilla, tierra de aluvión o materia orgánica, las plantas sensibles al DDT serán las más perjudicadas. En suelos margosos y arcillosos serán un poco menos dañadas, y en ciertos suelos orgánicos se espera que la mayor parte de los sembrados no sufrirán daño, o sufrirán muy poco, si se les trata con menos de 400 kilogramos por hectárea. En estas diferencias de los suelos intervienen indudablemente muchos factores además de la estructura.

La calabaza de mata, planta extremadamente sensible, resultó poco dañada en un suelo orgánico con 400 kilogramos, pero en suelos minerales resultó perjudicada con 100 kilogramos. Las alubias, también muy sensibles en suelos minerales, no se dañaron en suelos orgánicos con 400 kilogramos.

Todavía no hay pruebas suficientes en cuanto al efecto de las condiciones

del suelo sobre la toxicidad de las plantas debida a residuos de insecticidas orgánicos que no sean el DDT; pero es lógico suponer que los coloides minerales y la materia orgánica pueden afectar la reacción de las plantas a residuos de algunos otros compuestos como lo hacen al DDT y al arsénico.

Hasta ahora no hay pruebas bastantes de que las plantas absorban DDT del suelo y lo transporten a sus partes comestibles. Numerosos análisis de diversas partes de plantas procedentes de suelos tratados con DDT no han descubierto DDT en la planta.

Sin embargo, hay amplias pruebas de que el BHC en el suelo contamina las partes comestibles de las plantas que se desarrollan bajo la superficie del suelo. Algunos productores de patatas han sufrido grandes pérdidas —y también han sufrido pérdidas algunos consumidores y comerciantes— debido a que el BHC que se aplica a los patatales para combatir los insectos comunica a las patatas un sabor y olor desagradables. Este olor y sabor molestos del BHC persiste en el suelo por tiempo considerable, con seguridad por más de un año, pero no se sabe por cuánto tiempo más. Algunos campos erróneamente tratados con BHC pueden ser inadecuados para sembrar patatas o raíces comestibles durante varios años. Ha habido algunos casos en que se dañaron el sabor y el olor de los cacahuates, ya sea por tratar el suelo o por espolvorear las plantas jóvenes en forma que el BHC llegue directamente al suelo en que crecen las vainas. Los análisis químicos han revelado que cuando el BHC se pone en el abono para los cacahuates puede entrar en las semillas en cantidades apreciables.

También se ha averiguado que el clordano es un contaminador de raíces cosechadas en suelos tratados con él para combatir los insectos que viven en la tierra. Cantidades de algunos insecticidas en el suelo demasiado pequeñas para perjudicar el crecimiento de las plantas pueden hacer que algunos productos no sirvan ni como alimento ni como forraje.

Todo este problema de la absorción de insecticidas del suelo por las plantas es de la mayor importancia práctica para los consumidores, para la industria de la alimentación, para los fabricantes de insecticidas y también para los organismos reguladores y de investigación.

Aunque un residuo de insecticida que persiste en el suelo puede no mostrar ningún efecto directo inmediatamente dañino para las plantas, es posible que afecte a algunas bacterias, hongos u otros microorganismos del suelo para bien o para mal.

Los contados estudios microbiológicos que se han hecho con insecticidas como el DDT, el BHC, el clordano y el toxafeno, revelan que los microorganismos del suelo toleran esos productos químicos mejor que las plantas de cultivo. Cantidades de DDT hasta de 250 kilogramos por hectárea no han tenido efectos importantes sobre muchos organismos, o sobre su capacidad para producir nitratos o amoníaco en el suelo.

Por otro lado, el BHC mata ciertos hongos y bacterias nitrificantes del suelo por algunos meses cuando se aplican de 100 a 500 kilogramos por hectárea. Veinte kilogramos de BHC no tuvieron efectos señalados sobre las bacterias nitrificantes o amoniacantes.

En grandes dosis en el suelo el clordano es algo fungicida y disminuye la formación de nitratos cuando se aplican de 100 a 500 kilogramos, pero no tiene efecto claramente significativo cuando se aplican 20 kilogramos. El clordano produjo efectos tan grandes después de conservado el suelo tratado en el laboratorio durante un año, como los que produjo inmediatamente después del tratamiento.

Entre los insecticidas de hidrocarburos clorurados estudiados hasta ahora

el toxafeno es excepcional porque parece que lo atacan los microorganismos del suelo y lo utilizan como fuente de alimento para ellos.

Por todo lo que se sabe hasta ahora, el DDT es un compuesto orgánico extraordinariamente estable cuando se encuentra en el suelo. Solamente se descompuso el 5 por ciento por año de grandes cantidades aplicadas a ciertos suelos. Se ha hecho referencia a su persistencia fenomenal en el control de las larvas del escarabajo japonés. Su toxicidad para las plantas cuando se encuentra en el suelo parece ser tan persistente como sus cualidades insecticidas o aún más. Y también parece que, desafortunadamente, algunos de los probables productos de su descomposición son también persistentes y tóxicos para las plantas. Nadie sabe cuánto tiempo pueden persistir en el suelo esos productos de descomposición. Algunas parcelas pequeñas tratadas con diferentes cantidades de DDT en el año de 1945 fueron prácticamente tan tóxicas en 1951 como al principio. Es apenas concebible que el suelo no muestre un decrecimiento de toxicidad en un futuro previsible, pero actualmente no existe ninguna base para calcular cuánto tiempo tardará en desaparecer la toxicidad de 100 ó 400 kilogramos por hectárea.

Los análisis de los suelos de huertos rociados con DDT, usando como índice el contenido de cloro orgánico, han revelado que las cantidades de DDT acumuladas en la superficie del suelo bajo los árboles se aproximan al número total de kilos por hectárea usados durante los años que se aplicó a los árboles. La experiencia ha mostrado que esta acumulación afectará al crecimiento de sembrados de cubierta o protección de centeno en tan corto tiempo como son cuatro o cinco años con un programa de aspersiones copiosas.

Kilo por kilo, el BHC es más tóxico para mayor número de cultivos que el DDT. Pero afortunadamente todas las evidencias muestran que es decididamente menos persistente que el DDT. Las grandes dosis en el suelo se descomponen a una velocidad de cerca del 10 por ciento o más por año. El daño ligero del BHC en el campo en la temporada en que fue aplicado hubo ocasiones en que no se presentó, lo cual puede deberse, en parte, a la mayor dilución del BHC al mezclarse con un volumen más grande de suelo a medida que éste se araba y se preparaba para las siembras de otro año.

Los análisis de los suelos años después de haberse aplicado una gran cantidad de BHC, o después de haberse aplicado anualmente durante años, han descubierto proporciones sustancialmente más bajas de la cantidad total aplicada que las que se han encontrado de DDT. Además, algunas parcelas pequeñas cuidadosamente controladas que recibieron dosis masivas, 100 y 200 kilogramos por hectárea en 1946, mostraron una señalada pérdida de toxicidad en 1950. Después de 3 años, tanto las parcelas de 100 kilogramos como las de 200 aún eran tóxicas para los frijoles, planta moderadamente sensible. En 1950 los frijoles crecieron igualmente bien en las parcelas tratadas y en las testigo. indicando una desaparición sustancial de BHC. Cuando se plantó maíz muy sensible inmediatamente después de recogidos los frijoles, menos sensibles, se vio claramente que aún persistía una proporción relativamente grande del tratamiento de 200 kilogramos. El maíz de las parcelas de 200 kilogramos fue casi igual al de las parcelas testigos, pero el crecimiento se detuvo a los 20 centímetros de altura en las parcelas de 200 kilogramos y las plantas amarillearon lamentablemente. En consecuencia, el BHC desaparece despacio del suelo, pero será necesario mucho trabajo para determinar la cantidad que puede desaparecer o ser destruida anualmente en suelos de diferentes clases y en diferentes climas. En las condiciones del experimento citado parece que en las plantas en crecimiento pueden

desaparecer en algunas condiciones hasta 15 ó 20 kilogramos de material tóxico, pero esto es únicamente una indicación aproximada.

La información sobre la persistencia del clordano aun es escasa. Su persistencia insecticida es mucho menor que la del DDT. Cerca del 15 al 20 por ciento de las grandes dosis agregadas al suelo desaparece anualmente, mientras que parece que se pierden grandes porcentajes de dosis pequeñas. Aunque su toxicidad para las plantas es casi indudablemente menos persistente que la del DDT, quizá debiera considerársele con potencialidad para producir acumulaciones en el suelo cuando se usa en proporciones grandes y repetidamente.

El toxafeno también es mucho menos estable que el DDT. Los escasos datos disponibles sugieren que desaparecen dosis grandes casi a la misma velocidad que las de clordano. Pero los residuos que llegan al suelo a consecuencia de las aplicaciones al follaje, parece que se acumulan más rápidamente que el clordano y el BHC y mucho más despacio que el DDT.

El aldrín y el dieldrín parecen intermedios en su persistencia y en su tendencia a acumularse, pero debido a las dosis reducidas que se usan su acumulación es lenta. Las acumulaciones de aldrín a consecuencia de las aplicaciones al follaje son como las del clordano, y las del dieldrín más rápidas.

Los nuevos compuestos fosforados, como el paratión, se sabe que son muy inestables y, por tanto, no preocupan como residuos potenciales dañosos en el suelo.

Los insecticidas fabricados con plantas, como el derris y el piretro, son productos vegetales naturales que se supone que se descomponen rápidamente en el suelo. No hay pruebas de que ayuden o no a formar residuos dañosos en el suelo, pero apenas es concebible que contribuyan, teniendo en cuenta su origen y composición.

Los fumigantes como la mezcla D-D, el bromuro de metilo, el cloropierín y otros, son muy tóxicos para las plantas. Es necesario retrasar la plantación algunos días después del tratamiento para dar tiempo a que los vapores tóxicos salgan del suelo. Pero como estas sustancias se vaporizan rápida y completamente no existe con ellos ningún problema de residuos. Varios fumigantes matan temporalmente a ciertas bacterias, hongos y otras vidas benéficas del suelo, o cuando menos trastornan temporalmente la micro-vida. No hay pruebas hasta ahora de que su uso repetido conduzca a efectos acumulativos persistentes e indeseables.

Teniendo presente la toxicidad relativa para las plantas y la persistencia manifiesta de varios insecticidas en el suelo, debe estudiarse la proporción en que se usen a fin de calcular la probabilidad de que cualquier sustancia llegue a producir dificultades en ciertas condiciones. Es reconocidamente peligroso, con nuestros escasos conocimientos actuales, tratar de hacer predicciones. Pero creemos que aún puede ser más peligroso no dejarse guiar por los mejores cálculos que podemos hacer ahora.

La mayoría de los llamados sembrados de campo que se rocían o se espolvorean con DDT reciben cantidades relativamente pequeñas en un año, sólo 1 ó 2 o hasta 4 ó 5 kilogramos, por hectárea. Por lo general, los sembrados de campo que se hacen sobre un campo dado durante años no todos necesitan tratamiento, de suerte que a esos campos no se les aplica DDT todos los años. Suponiendo que en un intervalo de 20 años necesiten tratamiento la mitad de los sembrados y que se aplicasen las cantidades cercanas a las máximas acostumbradas, la aplicación total máxima sería probablemente de unos 50 kilogramos. Aun en el caso de que todos llegaran al suelo y no hubiera pérdidas en los veinte

años —lo que es muy difícil que suceda—, esa cantidad no representaría peligro de importancia para ninguna de las cosechas de campo que hemos sometido a prueba.

En ciertas cosechas de campo se usan grandes cantidades de DDT: hasta 8 ó 9 kilogramos por hectárea para el taladrador europeo del maíz sobre esta planta, para los áfidos en los guisantes y para las chicharritas en la remolacha, y de 10 a 12 kilogramos en el algodón. Es probable que en uno de los sistemas más intensivos de cultivo general que comprenda varias de esas cosechas en un período de 20 años, el total de DDT usado estaría más cerca de los 100 kilogramos que de los 50. Estos 100 kilogramos pueden representar bien un nivel límite para dañar los sembrados moderadamente sensibles, pero no a los tolerantes. Antes de que el DDT se haya usado de este modo durante 20 años sabremos de sus limitaciones mucho más de lo que sabemos ahora y podremos evitar su uso excesivo en nuestras principales cosechas de campo.

La razón de nuestro interés inmediato sobre las acumulaciones de residuos dañosos de DDT en el suelo no es su uso en cantidad de 1 a 5 kilogramos por hectárea en las principales cosechas agrícolas en algunos años, sino su copioso uso anual en las mismas tierras sembradas para huertos de frutales o de hortalizas u otras cosechas especiales. Como los arsenicales, el DDT penetra en los suelos de los huertos mucho más abundantemente que en los suelos donde crecen otras cosechas. En algunos huertos se usan de 50 a 60 kilogramos por hectárea. Todo indica trastornos tempranos del crecimiento de cultivos de cubierta susceptibles al DDT, como el centeno Abruzzi y algunas legumbres, en esos huertos. Aunque la mayoría de las hierbas son tolerantes, y ha habido muy pocos casos de supuesto daño en las siembras de cubierta de césped, no deben considerarse imposibles acumulaciones que puedan dañar el césped de los huertos. Además, una tierra dada no dura como huerto indefinidamente. ¿A qué se puede dedicar después de arrancado el huerto tras 10 ó 20 años de tratamiento? En algunos distritos se usan dosis fuertes repetidamente sobre maíz dulce y algunos cultivos de hortalizas, con la probabilidad de acumular en el suelo suficiente residuo para perjudicar los sembrados sensibles.

En algunos distritos los patatales reciben hasta 20 kilogramos de DDT por hectárea y por año, y más frecuentemente de 6 a 10 kilogramos. La patata es muy tolerante para el DDT, pero no lo son muchos de los cultivos que se utilizan en rotación con ellas. En los distritos donde se cultivan intensivamente patatas, especialmente en los que el DDT se utiliza en los cultivos de rotación con la patata, hay la posibilidad de efectos adversos sobre algunos sembrados dentro de un período de 10 años.

Para la mayoría de los cultivos de hortalizas comúnmente tratados con DDT se recomienda sólo de 2 a 5 kilogramos por hectárea. En las partes de clima más benigno del país pueden producirse anualmente dos o aun tres cosechas de hortalizas que necesitan del DDT para controlar los insectos, elevando el uso no improbable de éste hasta de 6 a 15 kilogramos o más por hectárea anualmente. También debemos recordar que muchos granjeros tienden a usar insecticidas, fungicidas, abonos y semillas en proporciones mucho más altas que las necesarias "como una buena medida". Debe evitarse el abuso.

No obstante su gran valor y su lugar firme para propósitos diversos, algunos usos corrientes del DDT parece que tienen potencialidades reales para aminorar la utilidad de los suelos en los que se ha usado en abundancia. Además, no existe seguridad en cuanto a la rapidez con que decrece el nivel tóxico del DDT en el suelo hasta un nivel inofensivo. Todos los indicios son en el sentido de que ese decrecimiento es muy lento.

Debido a que el sabor y el olor desagradables del BHC se transmiten

rápidamente a los productos alimenticios, es peligroso aplicarlo a las partes aéreas de las plantas alimenticias después que se han desarrollado apreciablemente las partes comestibles situadas por encima del suelo, y nunca debe ponerse en el suelo antes de sembrar plantas cuyas partes comestibles se desarrollan debajo de la superficie del suelo. Esta característica del BHC ha limitado mucho su uso en el cultivo de plantas comestibles.

El BHC se usa en dosis bastante fuertes, a principios de temporada, para controlar ciertos insectos de la fruta, como, por ejemplo, el rincóforo de la ciruela: de 3 a 6 kilogramos por hectárea de isómero gamma o su equivalente en un huerto maduro. En la forma de lindano esto representa sólo de 3 a 6 kilogramos; pero en la forma más económica de BHC técnico representa de 25 a 50 kilogramos. Para combatir los insectos del algodón es general el uso de cerca de unos 40 a 50 kilogramos por hectárea de BHC técnico, y se usan de 5 a 10 kilogramos por hectárea en el suelo para combatir las plagas del suelo que afectan a los sembrados de cereales y otros cultivos de granja.

Por las velocidades a que desaparece del suelo el BHC, parece probable que aplicaciones al suelo de 5 a 10 kilogramos de graduación técnica (o de 1 ó 2 kilogramos de lindano) con intervalos de 1 ó 2 años, rara vez dejarán residuos que perjudiquen el crecimiento o el rendimiento de las cosechas de campo. Sin embargo, esas pequeñas cantidades probablemente contaminarán a los alimentos que se desarrollan bajo la superficie del suelo.

50 kilogramos de BHC por hectárea aplicados directamente al suelo año tras año llegarán casi con toda seguridad a acumular en 5 años o menos una cantidad que será decididamente perjudicial para algunos sembrados importantes. Pero el BHC es bastante volátil, pierde en el suelo su toxicidad para las plantas y para los insectos con mucha menos lentitud que el DDT y se cree que "seca" y descompone bastante después de aplicarlo al follaje de las plantas. Por esta razón, parece improbable que llegue realmente al suelo una proporción de la cantidad aplicada tan grande como la de DDT. Experimentos en marcha desde hace sólo 2 años (1951) tienden a confirmar este punto de vista. Aun cuando el BHC se acumule realmente en el suelo después de aplicaciones fuertes al follaje de los cultivos, esa acumulación parece ser sustancialmente menor que con el DDT, con el que se ha venido comparando.

Pero en dosis fuertes se acumula y es tóxico para las plantas.

El clordano se usa rara vez en proporciones que excedan de 10 kilogramos por hectárea, y por lo general se usan 6 kilogramos o menos. Aplicaciones directas al suelo de 10 y 20 kilogramos han mostrado pérdida considerable de valor insecticida después de 1 año. Los análisis químicos de parcelas tratadas de ese modo indicaron que sólo quedaban de 4 a 5 kilogramos de clordano un año después de la aplicación. Así, aunque el clordano parece ser sólo moderadamente persistente, de una aplicación normal persiste algo por más de un año, lo que indica que si se usa repetidamente a intervalos de aproximadamente un año se puede esperar una acumulación lenta de residuo. Estas aseveraciones sobre la persistencia se basan en pruebas reconocidamente débiles y quizá se modifiquen más tarde. Sin embargo, el clordano parece presentar un problema decididamente menos inmediato y menos grave potencialmente que el DDT.

Como se ha dicho anteriormente, el toxafeno y el paratión y otros compuestos fosforados parece que no presentan el peligro de acumulaciones de residuos en el suelo.

El metoxicloro, el TDE, el aldrín, el dieldrín, el heptacloro y otros insecticidas sintéticos nuevos son de aparición tan reciente, que se sabe demasiado poco de su toxicidad para las plantas y de su persistencia en el suelo para permitirnos afirmaciones específicas sobre ellos en el momento de escribir esto (1952). Sin

embargo, los primeros resultados indican que el metoxicloro, el TDE, y el DDT son algo similares en persistencia, y que el DDT es más tóxico que los dos primeros. El clordano, el aldrín y el dieldrín parecen persistentes, pero algo menos que el DDT.

Puesto que hemos visto que algunos de estos insecticidas notablemente eficientes y económicos pueden acumularse, y se acumulan, en grado indeseable en el suelo, en ciertas condiciones, podemos esperar confiadamente del investigador químico y del fabricante de productos químicos compuestos todavía más nuevos que tendrán las ventajas de los que se usan ahora, pero sin las desventajas de una estabilidad y una toxicidad demasiado grandes para las plantas en el suelo. Puesto que ya se conocen algunos insecticidas buenos que actualmente parecen no presentar problemas de residuos en el suelo, indudablemnte se producirán otros. Es verdad que los que se sabe actualmente que son relativamente inestables y menos tóxicos para las plantas quizá no son tan eficaces ni económicos para combatir ciertas plagas agrícolas como algunos de los más persistentes. Pero no hay razón para suponer que siempre será así. Seguramente se inventarán insecticidas altamnte eficaces y no acumulativos para usarlos donde se necesiten, y se estimulan su invención, producción y uso para reemplazar a los demasiado duraderos.

VÍCTOR R. BOSWELL *es jefe de la Sección de cultivos de hortalizas y de sus enfermedades en la Estación de Industria Vegetal, en Beltsville, Maryland, y en 1939 fue presidente de la Sociedad de Ciencias Hortícolas de los Estados Unidos.*

Los residuos sobre las frutas y las hortalizas

B. A. Porter y J. E. Fahey

AÚN CONSTITUYE un serio problema cómo ha de usarse una sustancia química para combatir los insectos de las frutas y las hortalizas sin dañar a las personas que las consumen

Incumbe esto a los químicos que inventan insecticidas, a los agricultores que los usan, a los funcionarios de las agencias estatales y federales de alimentos y a los hortelanos caseros que quizá no tratan siempre los venenos con el respeto que merecen. Muchos científicos, que comprenden que las deyecciones de gusanos e insectos en las frutas y las hortalizas reducen mucho su valor para el productor y el consumidor, han hecho un número enorme de investigaciones sobre el modo de conservar los alimentos libres de contaminaciones peligrosas de los insecticidas.

Parece que el problema se planteó en 1880, cuando, al informar sobre las primeras pruebas oficiales con arsenicales, el investigador A. J. Cook, de Michigan, tomó en cuenta el posible efecto del insecticida sobre el consumidor. Las sustancias de que se disponían entonces eran el verde de paris y el púrpura de Londres. Los resultados de los análisis se interpretaron en el sentido de que no había peligro de que llegasen al consumidor cantidades dañinas de veneno cuando se usaban los insecticidas. Once años más tarde dio nuevas seguridades otro funcionario, C. P. Gillette, de la Estación Agrícola Experimental de Iowa. Tam-

bién estudió el asunto cuidadosamente y declaró que para que una persona ingiriera suficiente veneno para intoxicarse tenía que comer en una sola sentada 30 coles que hubieran sido espolvoreadas con verde de paris. Supuso, evidentemente, que el insecticida se distribuía con igualdad y que se quitaban las hojas que lo habían recibido. En aquellos primeros días las aspersiones y espolvoreos eran ligeros, en comparación con las prácticas posteriores, y los insecticidas que se usaban muy poco adhesivos. Las conclusiones de los primeros investigadores probablemente fueron correctas en su tiempo.

Pero el problema se intensificó después. Nuestras zonas de cultivo se han concentrado más. Las plagas de insectos se hicieron más abundantes y más difíciles de combatir. Los programas de aspersiones y espolvoreos previeron aplicaciones más numerosas y más abundantes. Aumentaron los temores de que con el uso cada vez mayor de insecticidas las frutas y las legumbres pudieran tener en la mesa del consumidor demasiados residuos de ellos. Por este motivo, los hombres del Departamento de Agricultura, en estudios realizados de 1915 a 1919, analizaron centenares de muestras de duraznos, cerezas, ciruelas, manzanas, peras, uvas, arándanos, tomates, apio y pepinos en busca de plomo, arsénico y cobre. Los investigadores concluyeron que sólo un pequeño residuo de las aspersiones quedaba en las frutas y las hortalizas que habían sido asperjadas siguiendo las instrucciones autorizadas. Pero informaron que quedaban demasiados residuos en las frutas y hortalizas que se habían rociado con exceso o en tiempo demasiado próximo a la cosecha.

Desde entonces se ha presentado otra complicación. Al principio se pensó principalmente en el probable efecto inmediato de los residuos de las aspersiones sobre los consumidores. Se prestó menos atención al posible efecto acumulativo de ingerir día tras día cantidades extremadamente pequeñas de veneno. Estos efectos son difíciles de observar y se confunden fácilmente con otros estados anormales. Los casos de enfermedades producidas inmediatamente después de ingeridos los venenos eran muy raros, si es que había alguno. Pero desde 1920 en adelante empezó a creerse que la acumulación gradual de venenos en el organismo puede tener efectos adversos.

Los problemas de los residuos de las aspersiones sobre los cultivos de hortalizas se han resuelto de diversas maneras. Muchos de los insectos que atacan a los cultivos de hortalizas, como el escarabajo mexicano del frijol (en México, conchuela) y varias clases de orugas de la col, pueden combatirse usando piretro o sustancias que contienen rotenona. Los residuos de ambos se consideran exentos de inconvenientes. Son también eficaces contra la mayoría de los insectos que atacan frutas pequeñas como las grosellas, las frambuesas y los arándanos. Muchas veces las prácticas comerciales eliminan los residuos de insecticidas en las legumbres. Por ejemplo, es frecuente que se quite la parte de la col que estuvo expuesta al insecticida cuando se preparan las coles para el mercado. Se puede limitar el uso de insecticidas a las primeras etapas del crecimiento de las plantas cuando aún no se ha formado la parte comestible.

Muchos de los insectos que atacan a los árboles frutales se pueden combatir sin dejar un residuo excesivo de la aspersión. El curculio de la ciruela, que también se alimenta de duraznos y de manzanas, pone la mayor parte de sus huevos y produce los mayores daños en casi todas partes en los últimos días de la primavera o en los primeros de verano. Entonces pueden usarse liberalmente insecticidas, porque sólo quedarán en la fruta huellas pequeñísimas de ellos a la hora de la cosecha. Pero muchos insectos atacan a los árboles frutales en toda la época de fructificación. El más importante de ellos es la palomilla del manzano en los manzanos y los perales. Como este problema recibió gran atención desde los comienzos del decenio de los 1920 hasta principios del decenio de los 1940, reseñaremos con algún detalle su historia durante ese período.

A la palomilla de la manzana se le llama con frecuencia gusano de la manzana. Muchos han tenido la experiencia de morder una manzana que tiene un gusano o donde ha vivido un gusano. Las manzanas agusanadas se pudren rápidamente cuando están almacenadas o durante su transporte. Cuando los gusanos no se combaten, pueden destruir del 50 al 90 por ciento de la cosecha. Una cosecha agusanada en un 50 por ciento tiene poco valor comercial, ya que el costo de su manejo y clasificación a menudo es mayor que el valor de la parte que se puede salvar. Estas manzanas sólo sirven para el consumo local inmediato o para subproductos de baja calidad.

Desde principios de este siglo hasta 1945 el arseniato de plomo fue el insecticida más usado contra la palomilla de la manzana. A medida que los gusanos se hacían más y más abundantes y difíciles de combatir, aumentaba el número de aspersiones, la fuerza de las mezclas con que se hacían y el número de litros aplicados por árbol. También aumentó constantemente la cantidad de plomo y arsénico depositada en la fruta en el momento de la cosecha. En 1919 el Departamento de Salubridad de Boston prohibió el consumo de las peras del Oeste por el exceso de residuos arsenicales. Unos años después las autoridades británicas de salubridad se opusieron a los envíos de manzanas americanas por la misma razón. En 1925 se hizo evidente que el uso del arseniato de plomo en las aspersiones había aumentado hasta el punto de que las peras y manzanas americanas llevaban residuos en cantidades que cuando menos eran potencialmente peligrosas para la salud pública.

Tan pronto como se advirtió claramente el serio carácter del problema, el Departamento de Agricultura se movilizó para asumir su responsabilidad en el cumplimiento de la Ley de Alimentos y Medicinas. Después de una conferencia de las autoridades de sanidad, se estableció una tolerancia administrativa para el arsénico (como As_2O_3) de 0.025 granos * por libra de fruta (unas 3.5 partes por millón). Se hicieron esfuerzos para reducir los residuos por debajo de esa cifra, y en 1932 la cantidad de arsénico permitida en las manzanas y las peras, bajo tolerancias administrativas, se había reducido progresivamente a 0.01 granos por libra de fruta (unas 1.4 partes por millón).

La atención se enfocó, durante la década de los veintes, sobre la porción arsenical del arseniato de plomo, en el supuesto de que si se reducía el arsénico a cantidades inofensivas, también podría eliminarse el peligro del plomo. Más tarde se supo que el plomo no siempre desaparece tan rápidamente como el arsénico y que no todas las veces se elimina completamente por medio del lavado. Desde los primeros años de la década de los treinta, los residuos de arseniato de plomo se han juzgado en gran parte por su contenido de plomo.

Aunque se sabía desde hacía mucho tiempo que el plomo y el arsénico son muy venenosos, se carecía de información precisa acerca de las cantidades de esas sustancias que puede recibir el organismo humano en forma de residuos de aspersiones sin sufrir daño. Para arrojar luz sobre este problema, el Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos realizó una investigación de 1937 a 1940 en los alrededores de Wenatchee, Estado de Washington, importante distrito productor de manzana en el que se habían empleado en el decenio de los 1930 hasta 3.5 millones de kilogramos de arseniato de plomo por año. Se hizo un minucioso estudio de 1,231 personas, muchas de las cuales trabajaban o vivían cerca de los huertos de manzanas y estaban muy expuestas al arseniato de plomo, tanto en la dieta como en el ambiente. Lo que sigue pertenece al informe sobre los estudios:

"Solamente seis hombres y una mujer dieron una *combinación* de datos clínicos y de laboratorio referibles directamente a la absorción de arseniato de

* Un grano pesa 0.06 gramos.—*(N. del T.)*

plomo. Algunos médicos quizá interpreten estos casos como una intoxicación mínima por arseniato de plomo. Sin embargo, por lo que respecta al plomo, no se ajustaban a los criterios de la Comisión sobre Intoxicaciones por Plomo, de la Asociación Americana de Salud Pública, relativos a la intoxicación por el plomo, al plumbismo incipiente ni al envenenamiento con plomo. Todas estas personas eran hortelanos y de edades que iban de 23 a 68 años".

Aunque este estudio es menos exacto que la experimentación con los conejillos de Indias, ratones u otros animales de laboratorio, da una indicación aproximada de lo que realmente sucede a seres humanos expuestos regularmente al arseniato de plomo. Muchas de las personas examinadas habían ingerido sin duda cantidades de arseniato de plomo mucho mayores que el público consumidor en general. A base de los resultados del estudio, la tolerancia administrativa para manzanas y peras se aumentó a 0.025 granos de arsénico (como trióxido de arsénico) por libra y 0.05 granos de plomo por libra de fruta (unas 3.5 y 7 partes por millón, respectivamente). Desde el punto de vista de los productores, esto alivió mucho la situación. Entonces fue posible para la mayoría de los productores del Este y del Medio Oeste llevar al mercado las manzanas sin lavarlas, y para los productores del Noroeste limpiar satisfactoriamente su fruta con lavados ligeros.

Durante el decenio de los veintes y después se han hecho esfuerzos vigorosos para resolver el problema de los residuos de aspersiones en las manzanas y las peras. Estos esfuerzos siguieron dos direcciones: invención de métodos y equipo para eliminar el residuo excesivo después de cosechada la fruta, y el descubrimiento de insecticidas eficaces u otros métodos de control menos objetables desde el punto de vista de los residuos.

No tardaron en inventarse métodos y maquinaria para el lavado a fin de eliminar la mayor parte de los residuos antes de llevar la fruta al mercado. En el proceso del lavado, las manzanas pasan por ácido clorhídrico diluido y después por una aspersión de agua limpia para lavar el ácido y el veneno. En casos extremos se usa un lavado doble; las manzanas pasan por una solución alcalina diluida, se enjuagan, pasan por un ácido diluido y se enjuagan de nuevo. Algunas veces se calientan las soluciones para el lavado a fin de facilitar la limpieza. La invención de este equipo permitió enviar al mercado manzanas sin peligro, pero el costo de instalación, de mantenimiento y de operación de la maquinaria llegó en mal momento. Los precios, durante el decenio de los treintas, fueron anormalmente bajos, y muchos productores tuvieron dificultad para saldar sus obligaciones. El lavado de la fruta añadía una partida más al costo de producción. Para muchos productores esto fue una verdadera penalidad y algunos perdieron sus huertos.

La solución final del problema había que buscarla, evidentemente, en otra dirección. La vieja práctica de atrapar a los gusanos en bandas colocadas alrededor de los troncos de los árboles fue resucitada y perfeccionada tratando las bandas con un producto químico. Se inventaron trampas con cebos de soluciones de azúcar fermentada, a la que se añadía alguna sustancia química atractiva. Se exploraron las posibilidades de las trampas de luz, de la limpieza completa de los huertos y de los parásitos. Muchas de estas prácticas servían para combatir las plagas, pero no redujeron las infestaciones a un punto en que el programa de aspersiones pudiera ser considerablemente reducido.

Los primeros esfuerzos para descubrir insecticidas nuevos produjeron pocos resultados prácticos. Con todos sus inconvenientes, el arseniato de plomo era un buen insecticida, y resultó labor difícil encontrar uno mejor. Durante los años treintas, algunos de los materiales nuevos casi satisfacieron las necesidades, pero no completamente. La bentonita de nicotina y otras mezclas de nicotina se usaron con eficacia en numerosos huertos del Medio Oeste. La criolita, un com-

puesto que contiene fluor, resultó casi igual al arseniato de plomo en el Noroeste, pero ineficaz o no seguro en otras partes y objetable desde el punto de vista de los residuos.

Desde 1945 el DDT, el primero de los nuevos y complicados compuestos orgánicos, ha reemplazado en gran parte al arseniato de plomo para combatir la palomilla del manzano. Se necesita menos DDT, y en muchas partes se necesitan menos aplicaciones. En consecuencia, los residuos de las aplicaciones de DDT son mucho menores que los anteriores residuos de arseniato de plomo. Pero los residuos del DDT se quitan con dificultad. Si se encuentra que son demasiado grandes, el problema se tendrá que resolver por reajustes del programa de aspersiones o sustituyéndolo con materiales de aspersión menos objetables durante la última parte de la temporada de frutificación.

La palomilla del manzano no es más que una de las muchas plagas de insectos que debe combatir el productor. Ahora que la palomilla del manzano está reducida a una situación relativamente poco importante, han adquirido mayor importancia otras plagas. Algunas de ellas, como los ácaros de los huertos y los ácaros arañas, se hicieron más abundantes y destructoras después de haber empezado a usar DDT. Para resolver esta situación, el Departamento de Agricultura, los trabajadores de los Estados y las Compañías fabricantes de insecticidas fomentan el descubrimiento de nuevos pesticidas con extensas investigaciones en diferentes campos. El trabajo de los químicos y de los entomólogos en el descubrimiento, prueba y evaluación de insecticidas es sólo el principio. Un producto químico prometedor debe ser evaluado en relación con sus residuos, particularmente si parece probable que tales residuos constituyan un peligro potencial si la sustancia se usa comercialmente. El farmacólogo debe llevar a cabo experimentos con el producto nuevo sobre animales de laboratorio. La determinación de las dosis mortales o que causan perturbaciones manifiestas es la parte más sencilla del trabajo. También hay que determinar el peligro potencial de ingerir un día tras otro cantidades pequeñísimas de un insecticida. Todo efecto sobre los consumidores de residuos de aspersiones se producirá por el consumo repetido de pequeñas cantidades. Como se indicó anteriormente, las cantidades encontradas sobre las frutas y hortalizas enviadas al mercado rara vez son suficientemente grandes para tener efectos inmediatos. Para poseer información segura sobre los efectos acumulativos deben realizarse experimentos durante muchos meses, hasta sumar dos años.

Las investigaciones han creado algunos problemas a los químicos. Las cantidades que deben medirse son tan pequeñas que se expresan como partes por millón. Durante el intervalo entre la última aplicación de insecticida y la cosecha, el residuo puede reducirse de tres maneras: por el crecimiento de las plantas, por desgaste físico y por descomposición química del insecticida, de suerte que los residuos, al efectuarse la cosecha, expresados en partes por millón, son menores que inmediatamente después de la aplicación de la aspersión o del polvo.

Para determinar estas pequeñísimas cantidades de insecticida, el químico tiene que inventar métodos de análisis altamente sensibles. Rara vez se dispone de tales métodos para emplearlos con los insecticidas nuevos, y con frecuencia es difícil hallar métodos tan exactos como los que se necesitan.

Muchos de los nuevos insecticidas son hidrocarburos clorurados. Si se sabe definitivamente de qué compuesto se trata, todo lo que hay que hacer es determinar la cantidad de cloro orgánico que contiene y después calcular a base de esa cantidad la que hay en el compuesto original. Por ejemplo, el DDT contiene el 50 por ciento de cloro. Si se sabe que el DDT es el único insecticida que se ha usado, está determinada la cantidad de cloro presente. Después se multiplica por 2 la cantidad resultante, lo cual da la cantidad de DDT presente. Pero el problema rara vez es tan sencillo. En algunas ocasiones el análisis de frutas o

legumbres no tratadas revela cantidades considerables de cloro orgánico natural que deben tenerse en cuenta.

A veces se usan dos insecticidas de hidrocarburos clorurados sobre la misma fruta u hortaliza. En este caso es imposible calcular las cantidades de cada uno por la determinación de cloro orgánico, y hay que inventar métodos especiales para medir cada uno de los compuestos separadamente. Algunas determinaciones químicas se han comparado el color de una solución que contenga veneno disuelto de fruta asperjada con el color de una solución que contenga una cantidad conocida de la sustancia química. Algunas frutas o legumbres contienen sustancias que producen colores similares a los que se están midiendo. Estos cambios naturales de color afectan a la exactitud de los análisis y deben eliminarse o tenerse en cuenta. La solución de estas dificultades requiere gran inventiva por parte del químico.

Aunque la determinación de las tolerancias como resultado de los interrogatorios realizados por el Servicio de Seguridad Federal en 1950 puedan tener una influencia estabilizadora, la situación nunca será estática. Los problemas de la lucha contra los insectos cambian constantemente. Seguirán apareciendo nuevos insecticidas que crearán nuevos problemas. El factor residuo siempre será de gran importancia. Estamos seguros de que se harán sólidos progresos y de que el público contará con un surtido sano, suficiente y continuo de frutas y hortalizas de alta calidad.

B. A. Porter *está encargado de la Sección de investigaciones sobre los insectos de la fruta en el Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

J. E. Fahey *es químico del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal e hizo estudios especiales sobre los residuos de aspersiones en las frutas y otros productos agrícolas.*

Las leyes pesticidas del Estado

Allen B. Lemmon

El usuario de un material para controlar las plagas por lo general no investiga o prueba él mismo la efectividad del producto. Él debe confiar en las garantías del fabricante. Varias leyes de Estado le proporcionan —así como a los fabricantes y al público— una medida de protección.

La primera ley pesticida la adoptó el Estado de Nueva York en 1898 para regular la venta del verde de paris, que era en aquella época el insecticida más importante. Al siguiente año se adoptaron leyes similares en los Estados de Oregon y Texas, y en 1901 por los Estados de California, Louisiana y Washington. En 1910 se promulgó la Ley Federal de Insecticidas. En 1947 fue reemplazada por la Ley Federal Insecticida, Fungicida y Rodenticida, la que abarca los tipos adicionales de los materiales para control de las plagas.

El alcance de las leyes pesticidas de Estado se amplió en forma similar a medida que aumentaba la importancia de los materiales nuevos. Antes de la Segunda Guerra Mundial muchas de las leyes pesticidas de Estado tenían la misma norma, establecida por la Ley Insecticida Federal de 1910. Algunas de ellas se entendían solamente con ciertos tipos de ingredientes químicos para el

control de plagas. Con el desarrollo y el uso amplio del DDT y otros pesticidas orgánicos sintéticos, la necesidad de control de las marcas y venta de estos materiales importantes económicamente y potencialmente dañinos se ha manifestado en la promulgación y reformas de las leyes de Estado. El alcance de muchas leyes se han extendido para incluir cualquier sustancia que se intente utilizar para prevenir, destruir, repeler o controlar cualquier clase de insectos, hongos, bacterias, malas hierbas, roedores, animales predatores o cualquier otra forma de planta o vida animal que se considere una plaga.

La tabulación de los detalles de las leyes de los Estados, individualmente, hoy establecidas, no serían útiles, porque este tipo de legislación es particularmente activo y en muchos Estados las enmiendas anticipadas pronto vuelven obsoleta la información. La tabla proporciona un resumen de las características generales de las leyes pesticidas de Estado y los nombres y domicilios de los órganos que se encargaron de aplicar la ley a fines de 1951.

Diecinueve Estados han adoptado una ley de Estado conjunta. Uno de ellos abandonó el procedimiento de registro y algunos omitieron la medida tocante al registro bajo protesta. Ocho Estados no tienen leyes sobre venenos económicos. Otros dos tienen una amplitud tan limitada como si estuvieran en la clase de los que no tienen ninguna. Esto deja 19 Estados con varias leyes, algunas de las cuales son más inclusivas que la ley conjunta, y otras tienen prórroga que, como legisladoras, probablemente serán puestas al día. Escribiendo a los órganos correspondientes se pueden obtener los requerimientos de las leyes individuales y la información correspondiente para su administración.

Al mismo tiempo que se modernizó la ley Federal se comprendió que se debería tomar una acción correspondiente para modernizar las distintas leyes de los Estados sobre el control de plagas. El Concejo de los Gobiernos de los Estados mejoró una propuesta de ley de Estado sobre insecticidas, fungicidas y rodenticidas a petición de la Asociación Nacional de Comisarios, Secretarios y Directores de Agricultura. Esto se planeó por convenir a los Estados que quisieran tomar en cuenta una legislación para proteger al público de las marcas de fábrica falsas o pesticidas adulterados y para establecer estipulaciones conjuntas Estatales y Federales para la compra o venta en el mercado de estos materiales.

Para un productor es difícil preparar una etiqueta con los requisitos Estatales y Federales cuando las leyes de Estado y los reglamentos, que abarcan insecticidas y otros venenos económicos, varían mucho de un Estado a otro. Se necesitan diferentes etiquetas para el mismo producto si tiene una distribución nacional, y siempre existe la posibilidad de que se envíe a un Estado un material con una etiqueta que no corresponde al tipo de etiqueta que se necesita. Esto representa un gravamen pesado para los fabricantes que operan en más de un Estado. El resultado es un aumento en los costos, y en última instancia en precios altos que tienen que pagar los agricultores y otros usuarios.

La ley conjunta de Estado de insecticidas, fungicidas y rodenticidas proporciona bases para una acción uniforme por los Estados. La interpretación del término "veneno económico" que se utilizó en la ley significa cualquier sustancia destinada a prevenir, destruir, repeler o atenuar cualquier clase de insectos, roedores, hongos, malas hierbas u otras formas de vida vegetal o animal o virus (excepto los virus que se encuentran en o dentro del hombre u otros animales) que, según los comisionados, representen una plaga. Para evitar la complicación en el sentido de que todos los venenos económicos son muy tóxicos para los seres humanos, o que el alcance de la ley esté restringida a los venenos, de acuerdo con el uso común que se le da al término, se ha adquirido la costumbre de llamarles *pesticidas* a los ingredientes químicos que se usan para el control de las plagas.

Una medida importante de la ley es la que se refiere al registro de pesticidas

antes que se ofrezcan a la venta en el Estado correspondiente. El registro sirve como una criba para evitar los venenos económicos peligrosos, inefectivos o fraudulentos que se vendan en el Estado. Esto ayuda a la observancia forzosa y permite la corrección de marbetes ilegales o insatisfactorios antes de que el producto entre al comercio.

Algunas leyes de Estado estipulan que el registro de cualquier pesticida puede rechazarse o cancelarse después de una audiencia si el producto es de poco o ningún valor para el propósito que se destina o es perjudicial a la vegetación (excepto para las malas hierbas), animales domésticos o a la salud pública y de seguridad cuando se usa con propiedad. Se puede tomar una acción similar si se hace una declaración falsa o engañosa correspondiente al producto, sea por la firma o su agente, oral o por escrito o en los anuncios comerciales.

En los Estados donde las leyes no estipulan la negativa del registro y existe desacuerdo entre el peticionario y la agencia que se encarga de la ejecución de la ley, con respecto a la aceptabilidad de un producto, puede pedirse perentoriamente el "registro bajo protesta". Esta es una medida contradictoria en la ley conjunta de Estado sobre insecticidas, fungicidas y rodenticidas, y muchos, en la creencia de que no es necesario registrar un producto dudoso bajo protesta, prefieren un procedimiento de audiencia por medio del cual se puedan determinar los hechos y el registro negados absolutamente para un producto sin valor o de uso muy peligroso. El gestor del registro se encuentra protegido contra una acción arbitraria o un juicio injusto de la administración, y si él cree que las acciones de los oficiales son violatorias a la ley puede llevar el asunto al tribunal.

El registro de los nuevos pesticidas es un problema administrativo difícil. Constantemente se están desarrollando productos que incluyen ingredientes químicos nuevos, combinaciones nuevas de ingredientes químicos o nuevos usos de estos ingredientes. (En California, por ejemplo, el número de pesticidas para la venta se ha duplicado cada 10 años y, actualmente, se encuentran registrados 10,000 productos aproximadamente.) Antes de que un veneno económico se acepte para su registro se debe demostrar su efectividad para el propósito a que se destina, proporcionando los antecedentes necesarios y que no presente ningún peligro en el uso y manejo. Los antecedentes necesarios dependen en cierto grado sobre el tipo particular del producto que se trata. Aunque no todos los puntos son pertinentes para un producto específico, el tipo de información que se necesita para establecer la elegibilidad del producto para la venta se encuentra en el resumen siguiente:

Químico y físico:

1. Nombre químico.
2. Fórmula química.
3. Estructura química.
4. Punto de fusión.
5. Punto de ebullición.
6. Presión del vapor a varias temperaturas.
7. Solubilidades en varios solventes.
8. Olor.
9. Densidad. (Esto es importante para algunos productos líquidos para comparar las dosis por volumen y por peso.)
10. Acción corrosiva sobre los metales.
11. Inflamabilidad.
12. Estabilidad. (Hidrólisis, oxidación, luz del sol, peligro de explosión.)
13. Compatibilidad con otros venenos económicos.

14. Purezas, grados o mezclas disponibles comercialmente.
15. Diluentes adecuados.

Uso propuesto:

1. Nombre o nombres de la plaga, plagas o tipo de plaga que controla el producto.
2. Nombre o nombres de las plantas, cultivos, animales o lugares en que se pueda aplicar el producto.
3. Dilución recomendada. (Por ejemplo: "Use sin dilución." "Use un galón con 99 galones de agua para hacer 100 galones de rocío.")
4. Preparación para su uso. (Por ejemplo: "Llene el tanque con agua a un cuarto de su capacidad. Ponga a trabajar el agitador. Añada despacio la emulsión y llene el tanque." "Mientras se usa mantenga la agitación.")
5. Método de aplicación. (Por ejemplo: "Aplíquese como rocío, cuidando de mojar completamente la parte de abajo de las hojas." "Espolvoree completamente las plantas para que el polvo toque la mayor parte de los insectos posibles.")
6. Cantidad de la aplicación. (Por ejemplo: "Aplique 15 galones por árbol." "Use cinco libras por 100 pies caudrados de prado." "Aplique 25 libras por acre." "Aplique 200 libras por acre y entiérrelas con un paso de discos.")
7. Tiempo de aplicación. (Por ejemplo: "Aplique en primavera cuando los brotes principian a desarrollarse." "Aplique cuando las cubiertas se desprenden de los frutos." "Aplique antes que las plantas principien a acogollar." "Aplique cuando principian a aparecer los insectos." "No aplique en el período de floración.")
8. Frecuencia de aplicación. (Por ejemplo: "Espolvoree las plantas con intervalos de tres semanas durante el período de crecimiento." "No asperje más de dos veces al año.")

Efectividad:

Antecedentes experimentales disponibles para demostrar la efectividad y adaptabilidad del producto para el uso propuesto. Esto debe incluir plagas tratadas sobre cultivos específicos bajo condiciones de clima y suelo similares a las que pide el Estado donde se haga el registro.

Peligros y precauciones:

1. Los peligros primarios a los seres humanos que manejen el compuesto, las partes del cuerpo específicas que se afectan, los síntomas de envenenamiento y su duración.
2. La toxicidad crítica para las especies particulares de animales sobre los que se ha determinado por inhalación, ingestión y absorción por la piel.
3. La toxicidad crónica para las especies particulares de animales sobre los que se ha determinado por inhalación, ingestión y absorción por la piel.
4. Información sobre los primeros auxilios o tratamiento médico para las personas o animales dañados.
5. Toxicidad o daño a plantas o animales valiosos sobre los que se usa.

a) ¿Algunas plantas son sensitivas? (Por ejemplo: Son sensitivos a los espolvoreos de azufre los melones cantaloupes y los albaricoques. El trébol blanco de los prados puede perjudicarse con el 2,4-D. Los frijoles se pueden dañar con los arsenicales).

b) ¿Algunos animales son sensitivos? (Por ejemplo: Los gatos se pueden dañar con baños de coáltar o por algunos de los hidrocarburos clorinados. Los

becerros se pueden perjudicar con los rocíos de aceite. Los pájaros enjaulados pueden dañarse con las espolvoreaciones.)

c) ¿Es dañoso para las plantas bajo ciertas condiciones? (Por ejemplo: Los rocíos con aceite de petróleo pueden perjudicar a las plantas si se aplica cuando éstas se encuentran anormalmente secas o cuando la temperatura está arriba de 32.22° C. Los productos de coáltar son adecuados para la aplicación de los árboles deciduos en descanso pero son dañosos al follaje.)

6. Otros daños posibles.

a) ¿Deja una mancha o un residuo pequeño donde éste no debe encontrarse? (Por ejemplo: Los aerosoles pueden manchar las paredes o los muebles si se toma el aplicador muy cerca de las superficies. La mixtura bordelesa, el azufre-cal, el ditiocarbamato dimetil férrico y algunos otros productos pueden dejar residuos inconvenientes sobre las plantas ornamentales, las flores o los frutos. Los rocíos de aceites pueden empañar a las uvas de mesa o a las ciruelas.)

b) ¿Imparte un sabor ofensivo a los alimentos preparados, a las cosechas de alimentos o a los animales para carne como los insecticidas de hexacloruro de benceno o como los desinfectantes de coáltar?

c) ¿Perjudica a los pisos con baldosas de asfalto como lo hacen los rocíos hogareños que contienen una base de kerosena?

d) ¿Representa peligro para las abejas melíferas?

e) ¿Es particularmente dañoso para los gatos, peces o pájaros enjaulados?

f) ¿Persiste en el suelo y perjudica a los cultivos que se siembran posteriormente?

g) ¿Lo absorbe el ganado lechero y lo excreta en la leche?

h) ¿Corroe o daña al equipo de rocío?

i) ¿Lo absorben los alimentos preparados, como los cítricos descortezados y los olivos maduros absorben el paratión?

j) ¿Son necesarias las precauciones en el arreglo de las vasijas vacías para evitar posibles daños?

k) ¿Existen precauciones especiales para la limpieza de los rociadores o los espolvoreadores?

Métodos analíticos:

1. Métodos analíticos disponibles para:

a) El material técnico.

b) Los productos comerciales que lo contienen con otros ingredientes.

c) Los residuos de rocío o de polvo u otras cantidades mínimas sobre los alimentos preparados u otro material contaminado.

2. Si los métodos analíticos no se encuentran a la disposición, ¿cuál es la calidad del producto manufacturado controlado?

Los residuos de rocío:

Si éste es aplicado a los alimentos preparados, ¿qué cantidad de residuos se pueden remover?

Un problema pesado que interesa a todos son los impuestos para el registro. La política del Gobierno en muchos Estados es cargar los derechos a las industrias controladas en cantidad suficiente para que cubran los costos del trabajo que representa hacer cumplir la ley. En otros Estados los costos de operación se cargan a las contribuciones generales sin recaudar impuestos especiales. En 1951, 32 Estados tenían impuestos por el registro de venenos moderados de un tipo

o de otro. Dieciséis Estados no tenían impuestos de ningún tipo. Los impuestos varían de una cantidad nominal de 2 dólares por artículo, en Nuevo México, a 125 dólares, con un impuesto adicional de registro de 2.50 dólares por artículo, en Florida. Si un fabricante registrara en todos los Estados en que es obligatorio el impuesto, 12 venenos económicos (incluyendo a Hawaii), el costo total de los impuestos por los registros sería de 2,000 dólares aproximadamente.

Los fabricantes han advertido que el impuesto es excesivo en relación con la cantidad de las transacciones comerciales desarrolladas y que actúa como impedimento para un fabricante que efectúa en cada Estado negocios en escala reducida. Por otro lado, en algunos Estados no es posible hacer cumplir con la ley como debe ser debido a que las sumas recaudadas son muy pequeñas. Generalmente se acepta que el dinero recaudado se empleará en el trabajo sobre la observancia de la ley, pero si los impuestos se colectan sin coersión, no se proporcionará la protección adecuada.

Otro paso hacia la simplificación sería más uniformidad en cuanto al período de registro. El fabricante tendría cuidado con todas sus solicitudes de registro a un tiempo, con ahorro considerable por lo que se refiere al registro, si todas las renovaciones se hicieran a la vez el 1º de junio o el 1º de julio, por ejemplo, en lugar de hacerlo en meses diferentes a través del año para los distintos Estados.

La mayoría de las leyes coinciden en que los pesticidas se deben vender únicamente por paquetes enteros sin abrir. En algunos Estados las leyes permiten la venta en paquetes abiertos, pero para evitar adulteraciones y fijar responsabilidades, la ley conjunta exige que los productos se vendan solamente en el envase original para el que ha sido registrado. Es peligroso permitir que se vendan materiales tóxicos por paquetes abiertos, y aumentan mucho las posibilidades de accidentes cuando se maneja un material a granel sin que lleve la etiqueta correspondiente.

Se ha dado atención especial al término "declaración sobre el ingrediente". Existen dos opciones para una declaración sobre el ingrediente del marbete de los pesticidas, como se explica en la ley conjunta. La opción primera, que se prefiere más, consiste en una declaración del nombre y el porcentaje de cada uno de los ingredientes activos junto con el porcentaje total de los ingredientes inertes que contiene el veneno moderado. La opción segunda es una declaración del nombre de cada uno de los ingredientes activos junto con el nombre de cada uno de los ingredientes inertes y el porcentaje total de éstos, si es que se encuentra alguno en los venenos económicos. La ley estipula que la opción segunda se aplique en caso de que la preparación sea muy tóxica para el hombre, y además, en caso de que el veneno económico contenga arsénico en cualquier forma, debe de mostrarse una declaración del porcentaje total de arsénico expresado como arsénico metálico y arsénico soluble en agua expresado como metálico. Este requisito es el mismo que exige la ley Federal.

Es parte necesaria de un marbete adecuado la información apropiada o las precauciones que se deben tener con relación a los peligros particulares debido a que muchos pesticidas pueden ocasionar daños serios si se manejan en forma inapropiada. Algunas veces no se descubre la existencia o severidad de un peligro hasta que se presentan los accidentes después de que se compró el producto. Las propiedades toxicológicas completas de todos los pesticidas no se encuentran disponibles, y a veces se hace necesaria la revisión de los marbetes de los productos de acuerdo con las últimas informaciones. En el intento individual de los Estados para que se utilicen marbetes que señalen las precauciones adecuadas de los materiales peligrosos, hay necesidad de una acción conjunta para evitar requisitos antagónicos y la multiplicación de los problemas de los fabricantes. Algunas organizaciones de fabricantes se han dado cuenta que el desarrollo de marbetes adecuados para los ingredientes químicos peligrosos es una parte

RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS LEYES PESTICIDAS DE ESTADO

Estado	*Esfera de acción*	*Término del período para el registro*	*Impuesto (dólares)*	*Agencia para cumplimentar la ley*
Alabama	Ley de Estado uniforme exceptuando los artefactos no incluidos	30 de septiembre	$15 en artículo	División de Química Agrícola, Montgomery 1.
Arizona	Lo mismo según la ley Federal, excepto los artefactos y los pesticidas del hogar no incluidos	31 de diciembre	$25 por el primer artículo; $10 por cada adicional	Laboratorios de Fertilizantes, Forraje y Química del Estado, Tucson.
Arkansas	Lo mismo según la ley Federal	30 de junio	Lo que señale la Junta	Junta Vegetal del Estado de Arkansas, Little Rock.
California	Lo mismo que señala la ley Federal excepto los artículos no incluidos	Ídem	$50 por 10 artículos; $2 por cada artículo adicional	Oficina de Química, Departamento de Agricultura del Estado, Sacramento.
Colorado	Ley de Estado uniforme	Ídem	$5 un artículo con máximo de $50	Entomólogo del Estado, Denver.
Connecticut	Insecticidas y fungicidas	No existe registro	...	Químico del Estado, Departamento de Química Analítica, New Haven.
Delaware	No existe ley	...	...	
Florida	Solamente insecticidas y fungicidas agrícolas	31 de diciembre	$125 más $2.50 un artículo	Químico del Estado, Departamento de Agricultura, División de Química, Tallahassee.
Georgia	Ley de Estado uniforme	Ídem	$5 un artículo con $200 como máximo	Químico del Estado, Departamento de Agricultura, Atlanta.
Idaho	No existe ley	...	...	
Illinois	Solamente insecticidas con verde de paris	No hay registro	...	Inspector de Registro, Departamento de Registro y Educación, Springfield.
Indiana	No existe ley	...	...	
Iowa	Insecticidas y fungicidas	No hay registro	...	División de Alimentos y Productos Lácteos, Departamento de Agricultura, Des Moines.
Kansas	Ley Conjunta de Estado	31 de diciembre	$15 para los primeros 10 artículos; $5 para los adicionales	División de *Control, Junta de Agricultura del Estado, Topika.*

Kentucky	***No existe ley excepto para algunos insecticidas y fungicidas según la ley de Alimento y Medicinas***	....	....	**Director, División de Alimentos y Medicinas y Hoteles, Louisville.**
Louisiana	Insecticidas, fungicidas y herbicidas agrícolas	Registro permanente	10 centavos de impuesto por inspección de 100 libras, pagadero el ° de febrero de cada año; multa del 10% si no se paga el 20 de febrero	Comisionado, Departamento de Agricultura e Inmigración, Baton Rouge.
Maine	Lo mismo según la ley Federal excepto los artículos no incluidos	31 de diciembre	$5 por artículo; no existe máximo	División de Inspección, Departamento de Agricultura, Augusta.
Maryland	Pesticidas agrícolas	Ídem	$5 por artículo con $75 máximo	Químico del Estado, Servicio de Inspección y Regulación, College Park.
Massachusetts	No existe ley excepto para el DDT	....	....	
Michigan	Ley Conjunta de Estado	31 de octubre	$5 por los 10 primeros artículos; $2 por cada adicional	Químico Jefe, Oficina de Laboratorios de Química, Departamento de Agricultura, Lansing.
Minnesota	Lo mismo según la ley Federal	30 de junio	$5 por artículo; $25 máximo	Químico Jefe, Departamento de Agricultura, Productos Lácteos y Alimentos, St. Paul.
Mississippi	Ley Conjunta de Estado excepto los dispositivos no incluidos	31 de diciembre	$5 por artículo; $25 máximo	Químico Jefe, Departamento de Agricultura, Colegio del Estado.
Missouri	No existe ley	....	....	
Montana	Ley Conjunta de Estado excepto los dispositivos no incluidos	31 de diciembre	No hay impuesto	División de Alimento y Medicina, Junta de Salubridad, Helena.
Nebraska	No existe ley	....	....	
Nevada	Ídem	....	....	
New Hampshire	Ley conjunta de Estado excepto para los dispositivos no incluidos	31 de diciembre	$10 por artículo con $100 máximo	Supervisor de Control, Departamento de Agricultura, Edificio del Estado, Concord.

Estado	*Esfera de acción*	*Término del período para el registro*	*Impuesto (dólares)*	*Agencia para cumplimentar la ley*
New Jersey	Ley Conjunta de Estado	31 de diciembre	$5 para los 10 primeros artículos $2 por cada adicional	Químico del Estado, Estación Agrícola Experimental, New Brunswick.
New Mexico	Ley Conjunta de Estado	Anualmente	$2 por artículo	Junta de Regentes, Colegio del Estado.
New York	Lo mismo según la ley Federal excepto para los dispositivos no incluidos	No hay registro	No hay impuesto	Oficina de la Industria Vegetal, Departamento de Agricultura, Albany.
North Carolina	Ley Conjunta de Estado	31 de diciembre	$10 por artículo	Químico del Estado, Departamento de Agricultura, Raleigh.
North Dakota	id	Ídem	$5 para los 5 primeros artículos; $1 por cada artículo adicional	Comisionado Estatal sobre Alimentos, Departamento de Laboratorios del Estado, Bismarck.
Ohio	No existe ley excepto para algunos productos incluidos en la ley de medicamentos para el ganado			Control de Insectos y Enfermedades de las Plantas, Departamento de Agricultura, Columbus.
Oklahoma	Ley Conjunta de Estado	31 de diciembre	$5 por artículo	División de Entomología y Control Vegetal, Departamento de Agricultura, Oklahoma City.
Oregon	Lo mismo según la ley Federal	Ídem	$20 por los 3 primeros artículos; $75 de 4 a 25 artículos, más $2 por cada artículo que exceda a 25.	Químico Jefe, División de Alimentos y Productos Lácteos, Departamento de Agricultura, Salem.
Pennsylvania	Insecticidas y fungicidas	31 de diciembre	$5 para los primeros 5 artículos; $1 por cada artículo adicional	Oficina de Alimentos y Química, Departamento de Agricultura, Harrisburg.
Rhode Island	Ley Conjunta de Estado; ciertas franquicias si es registro Federal	Anualmente	$10 por artículo con $50 máximo	Director de Agricultura y Conservación, Providence.
South Carolina	Insecticidas y fungicidas agrícolas	31 de diciembre	No hay impuesto	Entomólogos Asociados del Estado, Comisión sobre las *Plagas de los Cultivos, Clemson.*

South Dakota	***Ley Conjunta de Estado***	**30 de junio**	**$5 para los primeros 5 artículos; $1 por artículo adicional**	Químico del Estado, Departamento de Agricultura, Vermillon.
Tennessee	Ídem	Ídem	$5 por artículo	Superintendente y Químico del Estado, División de Productos Lácteos, Alimentos y Medicinas, Nashville.
Texas	Pesticidas agrícolas	31 de agosto	$25 por artículo con $100 máximo	Químico del Estado, Estación Agrícola Experimental, Estación del Colegio; Comisionado de Agricultura, Austin.
Utah	Ley Conjunta de Estado	30 de junio	$5 por artículo con máximo de $50	Químico del Estado, Departamento de Agricultura, Salt Lake City.
Vermont	Ley Conjunta de Estado excepto para dispositivos no incluidos; ciertas franquicias si son importadas y registradas por la oficina Federal	Anualmente	Una marca $5 con máximo de $50	División de Control de las Plagas de las Plantas, Departamento de Agricultura, Montpelier.
Virginia	Ley Conjunta de Estado	31 de diciembre	$10 para los primeros 20 artículos; $5 por cada artículo adicional	División de Química, Departamento de Agricultura e Inmigración, Richmond.
Washington	Lo mismo según la ley Federal excepto para los dispositivos no incluidos	Ídem	$10 para el primer artículo; $5 por cada artículo adicional	División de Química, Estación Agrícola Experimental, Pullman.
West Virginia	No existe ley	....	....	
Wisconsin	Lo mismo según la ley Federal excepto para los dispositivos no incluidos	31 de diciembre	$10 por artículo con máximo de $100	Entomólogos del Estado, Departamento de Agricultura, Madison.
Wyoming	Ídem	30 de junio	$2 un artículo con máximo de $25	Entomólogos del Estado, Departamento de Agricultura, Powell.
Hawaii	Ídem	1º de julio	$10 por artículo	División de Mercados, Junta de Comisionados de Agricultura y Forestal, Honolulu.

de procedimiento para los buenos negocios. Han encontrado que atacando ellos mismos el problema previenen la acción coercitiva de la administración del Estado, por lo cual se evitan conflictos molestos que aparecen cuando cada Estado intenta resolver el problema separadamente.

La Asociación de Químicos Fabricantes ha estudiado el problema y ha puesto en circulación una guía para la preparación de marbetes de advertencia.

El problema de los marbetes precautorios para los pesticidas se complica por el hecho de que, en muchos Estados, varios pesticidas venenosos o cáusticos quedan bajo la jurisdicción de una ley sobre farmacias así como también bajo una ley sobre pesticidas. En otros Estados, el etiquetado para los pesticidas peligrosos se deja en manos de una sola administración.

Algunas leyes exigen colorantes protectores para ciertos materiales venenosos. En general, los requisitos son únicamente para el arseniato de calcio, el arseniato de plomo y el fluoruro de sodio, pero pueden incluirse otros ingredientes químicos adicionales. La necesidad de esta legislación y el problema consecuente de uniformar la acción por los diferentes Estados se invalida cuando los productores por propia iniciativa colorean los productos químicos en tal forma que pueden confundirse con los alimentos preparados.

Uno de los propósitos de las leyes de pesticidas es asegurar la entrega de materiales conforme a los análisis de garantía que se muestran en el marbete. Esto necesita que los productos que se ofrecen a la venta se muestreen en el Estado y se realicen los exámenes y los análisis químicos y físicos. La toma de las muestras debe ser en una escala suficientemente grande para asegurar un análisis adecuado de los materiales usados y estar en la certeza que cumplen con la ley. La publicación oficial de los resultados es un logro de una ley que se aplica correctamente.

En la administración de las leyes que se entienden con los venenos contra las plagas, cuyo campo se extiende rápidamente y tiene una técnica muy desarrollada, debe de haber cambio libre de información entre los oficiales federales y estatales encargados de la regulación. Se ha organizado una Asociación de Oficiales para el Control de los Venenos Económicos. Su Comisión Ejecutiva tiene Juntas regulares con los representantes de la Oficina Federal para tratar sobre asuntos del sistema, particularmente en lo que se refiere a los requisitos de los marbetes. Esta cooperación, reconocida por las estipulaciones tanto de la Ley Conjunta de Estado como por la Ley sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas de 1947, ha sido benéfica para los usuarios de materiales para el control de plagas así como también para los fabricantes. Muchas cosas, como es, entre otras, la información relativa a la toxicidad de un producto químico particular, las puede desarrollar mejor una Agencia Federal y distribuirlas después a los oficiales de Estado.

California tiene una ley que se refiere a la prohibición de la venta de frutas frescas o secas o vegetales que lleven residuos nocivos de rocío. Aunque otros Estados no tienen una ley específica, se puede ejercer el mismo control a través de las diferentes leyes de Estado sobre Alimentos y Medicinas.

En conjunto, es probable que los venenos contra las plagas sean regulados tan estrechamente como cualquier otra clase de materiales que generalmente se encuentran para su venta. Además del registro Federal antes de que un producto se destine para el comercio interestatal, las leyes de los Estados exigen el registro en cada uno de los Estados por separado.

En el ejercicio para hacer cumplir las leyes, las muestras oficiales se toman de los materiales ofrecidos para la venta, y los análisis se efectúan para determinar si los productos corresponden a la garantía. La venta de un producto deficiente es una violación que se considera por lo general como un delito menor.

La publicación de los análisis oficiales sirve también como un factor disuasivo poderoso para no efectuar ventas de materiales adulterados.

El que los oficiales reguladores obliguen a la observancia de la ley, asegura a los compradores de los materiales que llevan el marbete adecuado para el control de las plagas, y que éstos tengan la garantía que el fabricante menciona en el marbete.

ALLEN B. LEMMON *es jefe de la Oficina de Química del Departamento de Agricultura de California. Los administradores de las leyes de la Oficina se encuentran conectados con el etiquetado y la venta en California con los productos químicos, incluyendo los venenos económicos. El señor Lemmon recibió en 1930 su grado de bachiller en ingeniería en la Universidad de Stanford y en 1932 el grado de ingeniero. En 1933 ingresó al Departamento de Agricultura de California como inspector de los venenos económicos y de fertilizantes, y en 1946 ascendió a jefe de la Oficina de Química.*

La Ley Federal de 1947

W. G. Reed

LA LEY FEDERAL INSECTICIDA, FUNGICIDA Y RODENTICIDA regula el mercado de los venenos económicos en el comercio interestatal —los insecticidas, los fungicidas, los rodenticidas y los herbicidas—. También se encuentran sujetos a la ley los productos destinados al atrapamiento, a la destrucción, para repeler o atenuar a los insectos o roedores, o destruir, repeler o atenuar a los hongos.

La ley se promulgó con fecha 25 de junio de 1947 y se puso en vigencia el 25 de junio de 1948. Reemplazó y amplió la protección proporcionada por la ley insecticida de 1910. La ley antigua solamente regulaba los insecticidas y fungicidas y llegó a ser efectiva en una época cuando estos productos fueron relativamente sencillos, consistiendo, principalmente, en verde de paris, piretro, mixtura bordelesa y mercancías parecidas.

El propósito de la Ley de 1947 es proteger al público sobre el uso de los venenos económicos, muchos de los cuales son peligrosos, estando todos sujetos a aplicaciones limitadas. Los productos sujetos a la ley se deben registrar en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos antes de su introducción en el comercio interestatal. La medida es para probar los productos tal como se encuentran en los canales regulares del intercambio comercial y determinar si están dentro de lo que estipula la ley. Los productos que violan la ley pueden ser embargados por el Gobierno para retirarlos del movimiento mercantil. El fabricante puede ser perseguido si la acción es autorizada. La ley estipula que cada producto lleve adherido un marbete que muestre:

1. El nombre y domicilio del fabricante o la persona para la que se fabrica.
2. El nombre, sello o marca de fábrica bajo la que se vende.
3. Una declaración sobre el ingrediente.
4. Una advertencia apropiada o una manifestación de las precauciones, cuando se crea conveniente, para prevenir daños al hombre, a los animales, a la vegetación y a los animales invertebrados útiles.

Lo anterior es para proporcionar a los usuarios de los venenos económicos la información necesaria y guiarlos en el uso seguro y efectivo de estos materiales.

Además, los marbetes de los productos muy tóxicos deben llevar en rojo la palabra VENENO, la calavera y los huesos cruzados y la presentación de un antídoto. Cada producto debe llevar las direcciones correspondientes para su uso.

Es ilícito adquirir cualquier veneno económico en el comercio interestatal que no esté registrado en el Departamento, o alguno que haya sido adulterado o tenga marca equivocada. Un producto está adulterado si su fuerza o pureza cae por debajo del nivel declarado o si su calidad no está de acuerdo con la que se expresa en el marbete o bajo la que se vende, o si cualquier sustancia se ha sustituido totalmente o en parte en el artículo, o si ha sido sustraida la totalidad o parte de cualquier ingrediente de valor del artículo. Un veneno económico o dispositivo tiene marca equivocada si su marbete lleva cualquier declaración, diseño o gráfica representativa relativa a eso o a sus ingredientes que es falsa o engañosa en cualquier forma. Un veneno económico tiene marca equivocada:

1. Si es una imitación o se ofrece en venta bajo el nombre de otro veneno económico.
2. Si su marbete hace referencia al registro bajo la ley.
3. Si el marbete que lo acompaña no contiene las direcciones que son necesarias para su uso, así como las direcciones correspondientes para la protección del público si no se cumple con las primeras.
4. Si el marbete no contiene un aviso o enunciado de precaución que puede ser necesario y, si se obra de acuerdo, las direcciones adecuadas para prevenir daño al hombre y a otros animales vertebrados, vegetación y animales invertebrados útiles.
5. Si el marbete no lleva una declaración de los ingredientes sobre la parte inmediata del envase y sobre la parte de afuera del mismo o de la cubierta, si existe una, en la que no se pueda leer claramente la declaración de los ingredientes estando ésta sobre la parte inmediata del envase del paquete que se vende al menudeo y que se presenta o se exhibe bajo las condiciones corrientes de venta. (La Secretaría de Agricultura permite que aparezca la declaración de los ingredientes en forma notoria en alguna otra parte del envase si el tamaño o forma de éste hace impracticable colocarlo en el paquete que se vende al menudeo que se presenta o se exhibe bajo las condiciones corrientes de venta.)
6. Si cualquier palabra, declaración u otra información requerida por la autoridad de esta ley aparece en el marbete o en la rotulación y no se coloca en forma prominente sobre él y con tal visibilidad (comparado con otras palabras, declaraciones, diseños o gráficas en la rotulación) y en tales términos que pueda suministrarle una fácil lectura y entendimiento al hombre común bajo condiciones habituales de compra y uso.
7. En el caso de que un insecticida, fungicida o herbicida que se use según las direcciones o de acuerdo con la práctica económica conocida generalmente resulte dañoso para el hombre u otros animales vertebrados, o para la vegetación, excepto las malas hierbas, a las que se aplica o a la persona que aplica este veneno económico.

Una de las estipulaciones más importantes de la ley es la que exige que sean registrados los insecticidas y otros venenos económicos en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos antes de introducirlos en el comercio interestatal. Esto proporciona al público protección adicional y ayuda a los fabricantes y distribuidores al cumplimiento de las otras disposiciones de la ley. Para obtener el registro se debe enviar al Departamento una solicitud junto con la información relativa a la composición y al marbete que se utilizará. El material es revisado cuidadosamente por personal científico entrenado especialmente en los diferentes campos comprometidos, y si el producto, su marbete y otro material se encuentra dentro de la ley, se expide el aviso de registro.

Ocasionalmente el marbete propuesto contiene recomendaciones para usos

sobre los que no existe información o ésta es reducida. En estos casos es solicitado el peticionario para que dé una descripción completa de las pruebas realizadas con el producto y los resultados sobre los que se basan las reclamaciones. La información es revisada; el producto se registra si garantiza los reclamos y si el producto y su etiquetado cumplen con la ley. Si ésta no muestra que el artículo es tal como lo aseveran las peticiones propuestas, o si éstas y los marbetes u otro material necesario enviado no cumplen con la ley, se le notifica al peticionario de las deficiencias y se le da una oportunidad para hacer las correcciones necesarias. Si el peticionario insiste, por escrito, que las correcciones no son necesarias y solicita que se registre el artículo, la ley obliga a que se haga bajo protesta. En general, los fabricantes y distribuidores han cooperado haciendo cualquier cambio en las formulaciones o en los marbetes que el Departamento ha considerado necesarios. También, debido a las penas más altas que se imponen bajo la ley si una persona o firma se encuentra culpable, en la Corte, de vender una marca equivocada o un producto adulterado que se ha registrado bajo protesta, se han recibido pocas solicitudes de este tipo para su registro.

Antes de presentar para registro y distribución general un veneno económico nuevo se han llevado a cabo experimentos por gente calificada para determinar cómo debe usarse segura y efectivamente. Con frecuencia las pruebas de campo y de laboratorio se llevan a cabo por un período de varios años antes de que se obtenga la información suficiente para la preparación de direcciones convenientes para el uso y marbetes apropiados precautorios. Durante este período de investigación e indagación los materiales se pueden transportar dentro del comercio interestatal sin restricciones legales si se dedican exclusivamente para uso experimental con o bajo la supervisión de una agencia autorizada por la Ley Federal o del Estado para desarrollar investigaciones en el campo de los venenos económicos o con otros si, antes del embarque, se obtiene autorización del Departamento.

Para obtener un permiso experimental, se le exige al remitente, o a la persona que hace la entrega, enviar una solicitud firmada que muestre: El nombre y el domicilio del remitente y el lugar o lugares a los que se va a hacer el envío o los envíos; la fecha propuesta de embarque o el período propuesto para el mismo, que no debe pasar de un año; la identificación del material que ampara el permiso; la cantidad aproximada que se envía y el tipo de pruebas que se desarrollarán; si el producto se venderá o se entregará sin costo; que el veneno económico sea para uso experimental únicamente, y que el marbete propuesto, además de los otros enunciados, establezca que el producto se utilizará exclusivamente para experimentación.

El Departamento de Agricultura efectúa investigaciones continuamente en todo el país para determinar si los venenos económicos que se venden en el comercio interestatal se encuentran registrados o bien dentro de lo estipulado por la ley. Los investigadores visitan las tiendas que venden al menudeo, las bodegas y otros lugares para investigar los envíos y recolectar muestras. Éstas se consiguen de paquetes cerrados, obteniéndose así la prueba de un envío interestatal. Cada muestra es sellada por el investigador y enviada a uno de los laboratorios del Departamento. Por lo general, primero se analiza químicamente para enterarse si la composición y el contenido neto se encuentran tal como se declara en el marbete. Además, con frecuencia se necesitan otras pruebas de laboratorio y experimentos de campo para ver si el producto cumple satisfactoriamente y comprobar si se observan las direcciones del marbete. Por ejemplo, un fungicida o insecticida agrícola se puede probar en una huerta o en un cultivo en desarrollo para ver si es efectivo para el propósito deseado y no daña a la

vegetación a la que se aplica. Un matahierbas se puede probar en un invernadero o en el campo para encontrar si proporciona un control satisfactorio bajo las condiciones actuales de uso. Los productos recomendados para usarse en el control de las plagas del ganado se prueban sobre las especies de animales que se desean proteger, y los rodenticidas se prueban con los roedores. En algunas ocasiones un insecticida es un matachinches efectivo, pero marchita la vegetación sobre la que se aplica o le proporciona un mal sabor. Estos efectos no se pueden apreciar por el análisis químico, y únicamente son aparentes después que se han realizado los experimentos de campo.

Si como resultado de sus investigaciones el Departamento encuentra una muestra que viole la ley, se procede en contra del fabricante o el remitente. La acción de la Corte Federal es el embargo del material en cuestión para retirarlo del mercado. Si el proceso es estudiado, la ley estipula que antes de que se tome acción alguna se debe notificar a la persona en contra de la cual se ventila la acción legal y dar a esta persona la oportunidad de presentar las pruebas relativas a la supuesta violación. Si los hechos parecen garantizar la prosecución, éstos los certifica el abogado de los Estados Unidos.

La ley también estipula que un veneno económico sujeto a la ley puede ser embargado si éste está adulterado o tiene marca que no le corresponde; si no se ha registrado de acuerdo con lo que estipula la ley; si el marbete no tiene la información a que obliga la ley, o si es un polvo blanco no coloreado o decolorado como lo exige la ley.

El propietario puede, por supuesto, impugnar el embargo en la Corte Federal antes de un juicio. El Gobierno debe probar que las mercancías se encuentran en violación para mantener el embargo y sostener el control de las mercancías. Si el Gobierno no prueba lo anterior, las mercancías se devuelven a su propietario. Si un artículo es confiscado de acuerdo con la disposición de embargo, se puede terminar con él por destrucción o venta según dictamine la Corte, pero no se puede vender en contraposición de las estipulaciones de la ley. Sin embargo, sobre el pago de los costos del proceso por libelo y la ejecución y rescate de un depósito condicionado, suficiente para que no se venda el artículo o de otra forma enajenado en violación de las estipulaciones de las leyes que tienen jurisdicción sobre él, la Corte puede dictaminar que el artículo sea devuelto a su propietario. Entonces éste puede rehacer el marbete, o en otro caso tratar el artículo para que quede dentro de las estipulaciones de la ley, después que la Corte lo ha puesto en libertad y cancelado la fianza.

Las personas o firmas que se encuentren culpables de vender un veneno económico sin el registro, o de hacer reclamos diferentes en esencia de los hechos en tiempo del registro, pueden ser multadas, sobre fallo y prueba de culpabilidad, con no más de 1,000 dólares. Esta pena se aplica si la composición del producto difiere con la presentada en conexión con el registro. Con respecto a los productos registrados bajo protesta, en cada caso, sobre fallo y prueba de culpabilidad, por un delito con relación a uno que se registra y que se advierte, se puede multar con no más de 1,000 dólares o enviar a prisión por no más de un año o con las dos penas a la vez.

La persona culpable de violar otras estipulaciones de la ley puede ser multada hasta con 500 dólares por el primer delito, y se la puede multar hasta con 1,000 dólares o ser enviada a prisión por no más de un año o sufrir ambas penas a la vez por los delitos subsecuentes.

Los venenos económicos que se importan a los Estados Unidos están sujetos a las mismas exigencias, incluyendo el registro, que los que se producen en el país. Se examinan muestras de las importaciones. Si parecen estar en violación de la ley, o son peligrosos para la salud pública, o son de una clase prohibida para ser admitida hacia el interior, o prohibidos para venderse, o limitados para la

venta en el país en el que se fabrican o del que se exportan, se puede rechazar su admisión para evitar que entren a los Estados Unidos.

Los fabricantes y distribuidores de venenos económicos en el pasado han encontrado difícil preparar los marbetes que cumplieran con las leyes de varios Estados, y con las Federales, en los que debían operar. La presente ley Federal reconoce esta dificultad y autoriza a oficiales administrativos para cooperar con las Agencias reguladoras del Estado para aplicar los mandatos de la ley y asegurar la uniformidad del reglamento. Ambos toman ventajas de esta autorización a través de arreglos cooperativos para el trabajo de hacer cumplir la ley y por conferencias con los grupos representativos de los oficiales de Estado.

La Ley Federal sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas es una ley relativamente nueva y no se han evaluado aún los beneficios que han resultado de ella. Sin embargo, puede decirse que los agricultores y otros usuarios de los venenos económicos y el público en general les han dado mejor protección que antes en contra de los venenos económicos sin valor, peligrosos y con marbetes inadecuados.

W. G. Reed *ha estado encargado, desde 1945, del trabajo de regulación sobre insecticidas y otros venenos económicos; en ese año ascendió a jefe de la división de insecticidas, que ahora se encuentra en la rama de ganado de la Administración de Compra-Venta y Producción del Departamento. Esta división administra la Ley Federal sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas. El doctor Reed es originario de Iowa, y en 1929 ingresó al Departamento en el Servicio de inspección de Carnes. Obtuvo su grado de doctor en Medicina Veterinaria en el Colegio de Veterinaria de Chicago.*

Los insecticidas y la ley del alimento puro

P. B. Dunbar

En este artículo discuto las estipulaciones de la Ley Federal de Alimento, Medicina y Cosmético del 25 de junio de 1938 en relación con los residuos de insecticidas y las actividades recientes que caen bajo estas estipulaciones.

Primero, algunos fundamentos: 1) El Congreso, al aprobar la ley, reconoció que el uso de los insecticidas es necesario tanto para conducir hasta la madurez muchos cultivos agrícolas alimenticios en condiciones adecuadas para el consumo humano, como para proteger en contra de los daños ocasionados por los insectos a muchas mercancías durante el proceso de fabricación y almacenamiento. 2) De una manera general, los insecticidas son venenos, y su toxicidad varía solamente en grado. 3) Los términos de la ley no excluyen el uso de los insecticidas, pero proporcionan las medidas que garantizan la salud de los consumidores que comen la mercancía tratada con insecticidas.

En un reporte sobre el proyecto de ley, que en 1938 adquirió el carácter de ley, la Junta Camaral sobre Comercio Interestatal y Extranjero hizo el comentario que sigue sobre el artículo 406, que se relaciona específicamente con los residuos de los insecticidas:

"Este párrafo del artículo prohibe en primer lugar la adición innecesaria de

venenos. Cuando son necesarias estas adiciones, se autoriza el establecimiento de tolerancias, basadas sobre las necesidades prácticas del uso de sustancias venenosas. Está perfectamente bien reconocido que un abastecimiento de fruta y vegetal adecuado no puede llegar a la madurez sin el uso de insecticidas y fungicidas tóxicos. Pero la situación es extremadamente compleja por el número de sustancias venenosas que se usan para las distintas cosechas en localidades diferentes y por las contaminaciones que ocurren inevitablemente en muchos procesos de fabricación. El propósito de este párrafo del artículo es para asegurar que la cantidad total de veneno que recibe el consumidor no será suficiente para exponer la salud. Se pueden determinar las necesidades de cada rama de la industria de la producción de alimentos para proteger adecuadamente la salud pública."

La ley ataca el problema de la protección pública de los venenos que existen en las mercancías, definiendo que cualquier alimento está adulterado si contiene una sustancia venenosa o perjudicial que se pueda clasificar como dañosa a la salud, o si contiene cualquier sustancia que no se necesita en la producción del alimento o que se pueda evitar por medio de una buena práctica industrial, o (donde ésta es indispensable o donde no se puede evitar) si éste excede las tolerancias prescritas por el administrador de Seguridad Federal después de una audiencia pública. Para prescribir una tolerancia, la ley orienta al administrador para tomar en cuenta la cuantía requerida de sustancia venenosa o perjudicial o que no se puede prescindir de ella en la producción de cada alimento y las otras formas en que el consumidor se puede afectar por las mismas u otras sustancias perjudiciales. En cualquier caso, el administrador se encuentra capacitado por el estatuto para prescribir los niveles de las tolerancias para proteger la salud pública.

Esta ley ha estado en los libros de ordenanzas por más de una década. Sin duda se habrían establecido muchas tolerancias mucho antes de ésta si no hubiera sido por la intervención de la Segunda Guerra Mundial y la preocupación resultante con todo lo concerniente a otras cosas urgentes. Durante el período de guerra e inmediatamente después de ella, se desarrollaron muchos insecticidas nuevos y potentes. Los científicos conocían poco sobre su toxicidad, tanto para la persona que había aplicado las rociaduras como al consumidor que comió el producto alimenticio acabado. En algunos casos los métodos exactos para estimar el residuo de rocío dejado sobre un producto alimenticio o absorbido por el mismo fueron defectuosos. No se conocía si los residuos permanecían intactos, si se alteraron por el tiempo convirtiéndose en residuos no tóxicos o más tóxicos, si se podían remover lavándolos o si se absorbieron en las estructuras de la planta, por lo que no podían ser removidos.

Este es un comentario sobre el cambio de actitud de los tiempos que con la multiplicación de las nuevas sustancias de rocío, los grupos de fabricantes las organizaciones de productores, los entomólogos, los patólogos de las plantas y los médicos, así como también los grupos de consumidores, se principió a reconocer que era tiempo oportuno para atacar a fondo el problema del residuo y el asunto de las tolerancias de seguridad. La Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal y otras del Departamento de Agricultura, la Junta Interdepartamental sobre Control de Plagas, los grupos organizados en la industria manufacturera de insecticidas, los trabajadores científicos en entomología y en la industria vegetal, los fabricantes de alimentos que utilizan las materias primas agrícolas y los productores mismos han mostrado un interés constructivo en alcanzar alguna clase de conclusión segura sobre el asunto de las tolerancias de los residuos de rocío.

Y así, en junio de 1950, pareció que todos estuvieron listos para principiar las audiencias sobre las tolerancias establecidas por la ley. Las audiencias, con-

vocadas por el administrador de Seguridad Federal, estuvieron en sesión, con recesos ocasionales, desde el 17 de junio hasta el 15 de septiembre de 1950. Los que asistieron a ellas se sorprendieron por el espíritu de cooperación y los buenos deseos demostrados a través de las sesiones.

Las audiencias se limitaron a las tolerancias sobre frutas y vegetales frescos. El testimonio sobre la necesidad de usar cualquier insecticida o fungicida privado sobre cualquier fruta o vegetal en lo particular fue lo que se trató primero. Después se exploró la cuestión de cuáles pesticidas son venenosos o dañosos por ellos mismos. Las sesiones subsecuentes trataron sobre "las cantidades de estas sustancias que son venenosas o dañosas y que se llevan al consumidor desde todas las fuentes", y con "la toxicidad de las sustancias para las que se establecen estos límites". La sesión final se dedicó a tratar los testimonios no previstos. En ese tiempo se tomó el testimonio para enmendar la tolerancia del fluor que, en 1944, se había promulgado a su tiempo y nulificado inmediatamente después, basado sobre un tecnicismo legal.

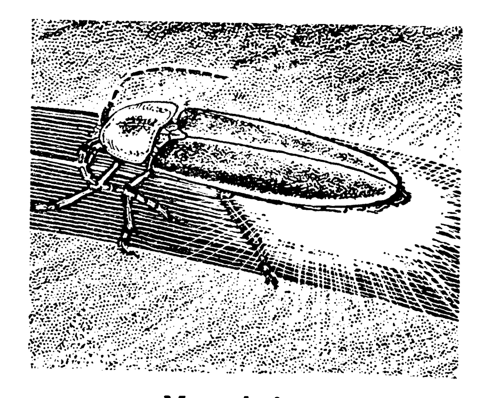
El documento consistió en 9,000 páginas de testimonio (por 255 testificaciones) y cerca de 1,300 documentos. Abarcó la investigación de trabajadores científicos en muchos campos, las opiniones distinguidas de médicos y toxicólogos e información verdadera por el público consumidor sobre la absorción acumulada de venenos agrícolas y de otra clase. Muchos han repetido la opinión de que el valor y calidad del documento no se puede igualar.

Un editorial en *Los Productos Químicos Agrícolas* de abril de 1950 dijo:

"La asimilación de este material puede tomar mucho tiempo, pero creemos que eventualmente serán los medios para aclarar mucha de la confusión que ha existido en el campo por varios años. El establecimiento de las tolerancias para los pesticidas viejos y nuevos establecerán los patrones reconocidos universalmente para guiar los planes futuros.

"Es dudoso que sin las audiencias nunca se hubiera reunido tal colección de datos. Fue un trabajo muy grande, para la industria misma, el que se acometió, desde el punto de vista del costo prohibitivo y debido a la falta de una coordinación adecuada. Los descubrimientos de una investigación conducida completamente por los fabricantes se juzgó también como influida."

LAS TOLERANCIAS ejercerán un efecto muy grande de estabilización. Pero ésta sería la peor clase de filosofía de optimismo incorregible *(Pollyana philosophy)* para caer en una actitud de complacencia. Los insectos no se estancan; en realidad parece que algunos de ellos hacen frente a la situación desarrollando razas resistentes a los venenos. Equipos de entomólogos y químicos, fuera y dentro del Gobierno, constantemente están cortando a la medida nuevos insecticidas. Debemos dar crédito a los toxicólogos, a los tecnólogos en alimentación, a los químicos analistas, entre otros científicos, que de ningún modo se puede decir que están ociosos, que combaten la amenaza del insecto, sin perder de vista la primera obligación de salvaguardar la salud pública.



Mosca de fuego.

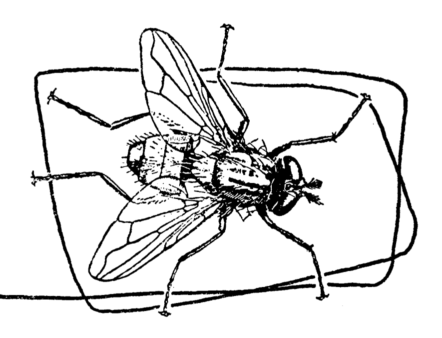
¿Cuál puede ser el futuro? En nuestra lucha contra un enemigo implacable, quizá podamos aprender la forma de matarlo con un estoque en vez de matarlo con un garrote. Es posible también

que podamos desarrollar estoques que cumplan su cometido con los insectos pero sin afectar al hombre y a sus animales domésticos. Una de las cosas en la que se tiene más esperanza es la síntesis de venenos adicionales agrícolas orgánicos que se encuentran en forma natural. Después de todo, muchos de estos productos naturales parece que son relativamente benignos para los consumidores por lo que se refiere a su amenaza potencial, así como también para los suelos y las cosechas.

Esta batalla la ganarán los hombres de visión. En el pasado los científicos pensaron muy a menudo que tenían sólo un objetivo entre los muchos aspectos de la guerra con los insectos. Los lemas fueron: "Matar todos los insectos", "Producir fruta sin mancha y sin daño", "Una cosecha grande lo es todo", "Debemos hacer algo pronto, sin cuidarse del futuro", y cosas parecidas, que dieron como resultado un fruto amargo. Para la "amenaza del insecto" no existe otra contestación más que la que hay para otros problemas de la civilización moderna. Ahora se recuerda el valor del lema griego: "De lo demasiado ninguna cosa".

P. B. Dunbar *fue un comisionado de Medicinas y Alimentos en la Administración de Medicinas y Alimentos de la Agencia de Seguridad Nacional hasta su jubilación en mayo de 1951, después de un servicio Federal de 44 años.*

Resistencia a los insecticidas



Los insectos son difíciles de matar

B. A. Porter

ALGUNAS GENTES han descubierto que "los insectos son cada vez más difíciles de matar". En parte están en lo cierto. Algunos de los cientos de plagas que tienen que combatir los agricultores han adquirido resistencia contra los insecticidas.

Esto significa que un insecto puede sobrevivir y prosperar en presencia de productos químicos que se supone que lo matan. Esto no quiere decir que todos los insectos de la clase en cuestión sobrevivirán a la aplicación del insecticida. Se dice que una plaga es resistente si una gran proporción de sus individuos puede sobrevivir a un insecticida de fuerza suficiente. Algunas veces los insectos que provienen de un lugar son más difíciles de matar que otros de la misma clase pero de procedencia distinta. Al grupo más difícil de matar suele llamársele raza resistente.

La adquisición de resistencia por un insecto se puede explicar únicamente de una forma general, pero los detalles verdaderos del proceso en una clase dada de insectos con respecto a un insecticida dado son complejos y no se conocen del todo.

Hay algunos principios básicos. Dos criaturas vivientes no son nunca exactamente iguales. Entre las personas existen diferencias en el color del pelo y de los ojos, en la estatura, en el peso, en la salud y en otros muchos detalles. Las personas también difieren en el efecto que las enfermedades les producen. Una epidemia de una enfermedad en una comunidad puede atacar gravemente a unas personas pero no tocar a otras.

Lo mismo acontece con los insectos. Una pizca de un insecticida puede matar a un insecto y no afectar a otro de la misma clase. Si la cantidad de insecticida a la que están expuestos los insectos es suficientemente grande, pueden morir todos, por supuesto, pero con frecuencia la cantidad aplicada es insuficiente para matar a todos los insectos presentes. Los menos resistentes mueren inmediatamente. Los resistentes sobreviven.

Lo que sucede aparentemente cuando los insectos han adquirido una gran resistencia es que la descendencia de los sobrevivientes resistentes tiene un grado similar de resistencia. Después de haberse producido este proceso selectivo en varias generaciones han sido eliminados la mayoría de los insectos que mueren con facilidad y solamente quedan los resistentes. Entonces se necesitan para un control adecuado más aplicaciones o cantidades mayores de los insecticidas. Finalmente se llega a un punto en que el insecticida particular llega a ser tan ineficaz que hay que buscar otra sustancia u otro método de control.

Los hombres que han efectuado un estudio especial del desarrollo de la resistencia no están enteramente de acuerdo sobre los detalles técnicos de lo que acontece. La información exacta sobre el tema es esencial desde un punto de vista científico, pero no se necesita para nuestro conocimiento del tema general tal como lo estudiamos en este artículo.

Se ha reconocido desde hace más de medio siglo la posibilidad de diferencias en la susceptibilidad de los insectos de la misma clase a los insecticidas. Ya en 1897, John B. Smith, entomólogo de la Estación Agrícola Experimental de Nueva Jersey, mencionó variaciones de los resultados en el control de la escama de San José y otros insectos. Comentó "una diferencia notable en el grado de resistencia a los venenos, tanto internos como externos".

A. L. Melander, profesor entonces de entomología en el Colegio del Estado de Washington, señaló por primera vez en 1914 la posibilidad del aumento de la resistencia a los insecticidas. Sus estudios los realizó sobre la escama de San José, que aparentemente se había controlado por algunos años mediante aspersiones con una solución fuerte de cal y azufre. En aquel tiempo, la escama de San José era mucho más difícil de matar con la cal y azufre en la zona de Clarkston, en Washington, que en los valles de Wenatchee y Yakima u otros lugares.

En los primeros años de la década de los veintes se presentó una situación análoga en la parte sur de Illinois y de Indiana, en el noroeste de Arkansas y en el Medio Oeste. Repentinamente pareció que la cal y el azufre tenían poco efecto sobre la escama de San José en muchos huertos, aunque previamente se había tenido buen control. En varios miles de hectáreas de hermosos huertos el insecto mataba los árboles, a pesar de cuidadosas y abundantes aplicaciones de cal y azufre.

Los trabajos de Melander y otros sugirieron que la escama de San José podía haber desarrollado resistencia en algunas localidades, pero sus estudios no excluyeron completamente la posibilidad de que las diferencias de resistencia se debieran a las condiciones estacionales o locales. Sin embargo, pocos años después se demostró el desarrollo de la resistencia entre otros insectos.

Quizá la primera demostración clara de razas de insectos con diferente resistencia y la posibilidad de que el promedio de resistencia pudiera aumentar la dio H. J. Quayle, de la Estación Experimental de Cítricos de California, en Riverside. En 1916 publicó el artículo titulado *¿Se están haciendo las escamas resistentes a la fumigación?*

Un método general para combatir los insectos escama de los cítricos en California, durante muchos años, consistía en colocar tiendas de lona sobre los árboles y fumigarlos con ácido cianhídrico. Quayle llevó a Riverside insectos escama de Corona, Condado de Riverside, California, donde se habían tenido dificultades serias para combatirlos por medio de la fumigación, y otros insectos escama del Condado de Orange, donde fue fácil el control. Ambos lotes de insectos se fumigaron bajo la misma tienda sobre un árbol artificial. Los resultados fueron análogos a los que se obtuvieron en los lugares de donde se trajeron los insectos escama. De los insectos de Corona sobrevivieron el cinco por ciento, pero de los del Condado de Orange apenas sobrevivieron el 1 por ciento. Quayle y sus asociados estudiaron el problema 25 años cuando menos.

Desde 1930 el laboratorio de insectos de los cítricos del distrito de Whittier, California, también realizó estudios sobre la resistencia de la escama roja de California al ácido cianhídrico. Varias razas de insectos escalas fueron criadas en el laboratorio durante muchas generaciones y se las fumigó de diversos modos. De tiempo en tiempo se determinaba su resistencia.

Los resultados de la investigación se pueden resumir en la forma siguiente: Algunas razas de la escama roja de California difieren mucho en su resistencia

a la fumigación con ácido cianhídrico. Las diferencias persisten a través de muchas generaciones cuando las escamas se crían en condiciones de laboratorio. Si la escama roja de California se somete a fumigaciones repetidas en el laboratorio, la estirpe que procede de los sobrevivientes es mucho más resistente que el lote original, y para obtener un control con cianhídrico igual al obtenido sobre las razas no resistentes se necesita aumentar muchas veces la dosis original.

Se han hecho estudios análogos, pero mucho menos amplios, con la escama negra y con la escama citrícola, especies que también parecen haber adquirido resistencia a la fumigación con ácido cianhídrico.

Un resultado práctico en los huertos de cítricos de California fue una reducción notable de las fumigaciones para combatir la escama roja de California y otros insectos escama. Los cultivadores creyeron necesario recurrir a las rociaduras con aceite, reforzadas algunas veces en el suelo con derris o raíz de cubé, o con extractos de ellos.

LA SIGUIENTE PLAGA IMPORTANTE DE INSECTOS que se sabe que ha adquirido resistencia fue la polilla de la manzana o gusano de la manzana, contra la que se empleó arseniato de plomo por más de 40 años como insecticida principal. Siempre ha sido difícil su control en muchas de las regiones más secas del Oeste y en algunas localidades del Este donde la estación de crecimiento de los cultivos es larga y caliente. En otros lugares del Este, el control no fue especialmente difícil en las primeras décadas de este siglo, aunque aun allí el número de aplicaciones de arseniato de plomo necesarias para el control adecuado del gusano ha aumentado constantemente. Las diferencias en los esfuerzos necesarios para controlar el gusano se atribuyeron por lo general a la variedad de clima y otros factores.

W. S. Hough, de la Estación Agrícola Experimental de Virginia, fue el primero que atacó el problema. Principió en los últimos años de la década de los veintes. Sus estudios los hizo en un insectario —un lugar cubierto con tela de alambre— donde las condiciones eran parecidas a las que se encontraban a la sombra de un manzano. Juntó razas de polillas de la manzana traídas de zonas donde se necesitaron diferentes grados de rociadura. Las manzanas provenientes de árboles que no se habían rociado fueron completamente rociadas con arseniato de plomo. Permitió entonces Hough a los gusanos recién nacidos que las perforaran, como hacen en los huertos. Eliminó en los experimentos toda diferencia debida a la localidad, al modo de hacer las aspersiones o a la abundancia de la polilla de la manzana. Las diferencias en la proporción de los gusanos que no muriesen con una aspersión que los cubriese, indicarían las diferencias en la resistencia al insecticida.

Hough comparó gusanos provenientes de los huertos de Virginia, en los que tres o cuatro aspersiones dieron casi un control completo, con gusanos que provenían de cerca de Grand Junction, Colorado, donde los gusanos eran notoriamente difíciles de combatir. De 31 a 39 por ciento de los gusanos de Colorado pasaron las pruebas satisfactoriamente, pero solamente sobrevivieron del 5 al 7 por ciento de los gusanos de Virginia en las primeras pruebas de la temporada. Hough crió ambas razas de gusanos en el insectario durante 14 o más generaciones, y sus trabajos ulteriores dieron las mismas diferencias.

Posteriormente encontró que los gusanos de la manzana de los huertos de Virginia que habían sido bien rociados y con regularidad con arseniato de plomo se introducían en la fruta rociada en número mucho más grande que los provenientes de huertos no rociados o rociados en forma deficiente. Las razas de varios huertos de Virginia alimentadas en el insectario durante varias generaciones con fruta rociada se hicieron cada vez más resistentes al arseniato de plomo y pudieron introducirse en frutas rociadas en número cada vez mayor.

L. F. Steiner y sus colaboradores del laboratorio de insectos de las frutas del Departamento, en Vincennes, Indiana, hicieron más tarde un estudio similar y llegaron a conclusiones generales parecidas. Encontraron que las razas de la polilla de la manzana de huertos diferentes del Valle de Ohío se diferenciaban mucho en la capacidad para entrar en fruta rociada. La resistencia mayor se encontró en los gusanos de la polilla de la manzana de un huerto que había sido abundantemente rociado con arseniato de plomo en los 5 años precedentes. Los gusanos de un huerto parecido que no había sido rociado durante cinco años morían con mucha mayor facilidad.

No siempre es fácil probar que un insecto ha adquirido resistencia. Hay que mantener en iguales condiciones, pero separadas para que no se mezclen, dos o tres razas de los insectos, para que pueda decirse que las diferencias de los resultados con un insecticida son causadas por diferencias en los insectos mismos. Los resultados del control en un año pueden ser muy diferentes de los obtenidos en otro. Estas diferencias no significan necesariamente resistencia. Muy bien pudieron ser causadas por factores estacionales o locales.

Por otro lado, el desarrollo de resistencia algunas veces fue admitido, o fue considerado insignificante, por escépticos que creían que se debía a otros factores. Aun después de publicados los primeros resultados de Hough, algunos investigadores de otras zonas declararon que la dificultad estaba en que los cultivadores de Colorado no sabían hacer las aspersiones.

Lo más probable es que aparezca la resistencia cuando todos los insectos en una situación dada se exponen al insecticida y hay poca reinfestación por insectos no expuestos. Por ejemplo, cuando se fumiga un plantío de cítricos para combatir la escama roja de California, el ácido cianhídrico llega a todas las partes de los árboles y hay poco movimiento de escamas de zonas no tratadas a zonas tratadas. Cuando se rocía un huerto contra la polilla de la manzana, se procura rociar completamente cada uno de los árboles. Aplicaciones repetidas se hacen en la misma estación. Esto significa que casi todas las escamas rojas de California o los gusanos de la polilla de la manzana de un huerto quedan sometidas a la acción de los insecticidas. Pero con muchos de nuestros insectos comunes, solamente una parte pequeña del número total presente en una zona se expone a los insecticidas. Por ejemplo, solamente una porción pequeña de las plantas alimenticias atacadas por el escarabajo japonés en una zona dada se cubre usualmente con un insecticida. Muchos hortelanos caseros de las ciudades apenas si rocían; los árboles de sombra en fincas particulares y muchos de tierras públicas raramente son bien rociados. A menudo no se rocían ni poco ni mucho. Por lo general la zona que circunda a una ciudad tiene muchos escarabajos en las tierras baldías o en otros lugares donde las rociaduras no son prácticas ni provechosas. Hasta 1952 hubo pocos indicios, o ninguno, de que el escarabajo japonés había adquirido resistencia al DDT, el insecticida más comúnmente usado para combatirlo.

La adquisición de resistencia a los insecticidas corrientes tiene importancia práctica. Éste sería el testimonio de los cultivadores de Colorado y de otras partes que renunciaron a producir manzanas porque no podían librarse de los gusanos con el arseniato de plomo. Estos hechos muestran la necesidad de que los entomólogos encuentren nuevos insecticidas y otros métodos de control.

B. A. Porter *tiene a su cargo la Sección de investigaciones sobre los insectos de las frutas en el Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

Los insecticidas y las moscas

W. N. Bruce

HOY EN DÍA las aplicaciones de rocío, que casi erradicaron a la mosca doméstica de las casas desde hace algunos años, no están reduciendo apreciablemente las poblaciones mosquiles del campo. Tratamientos fuertes y frecuentes con DDT, metoxicloro, clordano, dieldrín y lindano no han dado un control satisfactorio para ciertas clases de moscas del campo.

La resistencia a los insecticidas probablemente fue advertida por primera vez por los agricultores o los observadores del campo como un fracaso en el control de la mosca doméstica, pero no se demostró hasta que se perfeccionaron varios métodos de laboratorio para determinar el grado de resistencia.

Los métodos son de dos clases: los que tratan a las moscas en forma individual y los que tratan gran número de moscas en una operación. El primero está representado por el método de prueba, usado durante mucho tiempo, de la microjeringa, que utilizan la Estación Experimental de Cítricos, de California, y la Sociedad de Investigaciones de Historia Natural, de Illinois, y por el método del microlazo, utilizado por el Departamento de Agricultura y los Servicios de Salubridad Pública. El segundo está representado por el método de la cámara de aspersión, usado por los trabajadores del Departamento de Agricultura, y por el método de prueba del tablero residual, que usa mucho el Servicio de Salubridad Pública.

Las aplicaciones locales con una microjeringa son un buen método de laboratorio para obtener datos cuantitativos sobre las cantidades de insecticidas necesarias para matar las moscas domésticas adultas. Se seleccionan hembras individuales de moscas anestesiadas con bióxido de carbono y se tratan con soluciones de acetona del insecticida. El tratamiento propiamente dicho tiene lugar dentro de una cámara para anestesiar de bióxido de carbono en la que una jeringa de 0.25 mililitros es accionada por un calibrador micrométrico. Al protórax de la mosca se le aplica una pequeña cantidad, medida, de la solución del insecticida. Las moscas tratadas se colocan y alimentan en vasijas limpias de papel. 24 horas después se registra el número de moscas muertas y vivas y se calcula el porcentaje de mortalidad.

El método del microlazo también es de valor para calcular las cantidades de insecticidas necesarios para matar moscas domésticas adultas. Un microlazo es una gaza o lazada muy pequeña hecha en un extremo de un trozo de alambre fino no corrosivo. La gaza se sumerge en la solución de insecticida. El líquido retenido en la gaza se transfiere a una mosca anestesiada. Las moscas tratadas se alimentan y se guardan para contar la mortalidad después de 24 horas.

También podemos averiguar los grados relativos de resistencia de grupos de moscas domésticas usando cámaras de aspersión. El procedimiento usual es colocar moscas enjauladas en la cámara, que después llenamos con una niebla de la solución del insecticida por medio de un pulverizador pequeño. Después pasamos las moscas a jaulas limpias para alimentarlas y guardarlas por 24 horas para después calcular la mortalidad. El grado relativo de resistencia lo revela la relación entre la mortalidad que se produce en las jaulas que contienen moscas de linajes de laboratorio y la mortalidad en jaulas que contienen moscas de resistencia desconocida. Podemos medir grados muy altos o muy bajos de resistencia de las moscas graduando las concentraciones de las aspersiones.

Desde un punto de vista práctico, se puede determinar mejor la resistencia

relativa exponiendo los grupos a tableros tratados con el insecticida. Los tableros de prueba no se usan para la determinación cuantitativa de la cantidad de insecticida necesaria para matar las moscas, sino que más bien da la respuesta práctica a la cuestión de matar en forma efectiva por tratamientos de superficie. Los grados de resistencia relativa se determinan variando el tiempo de exposición de la mosca a los tableros tratados, y a veces cambiando la cantidad de insecticida del tablero. Después que se han expuesto las moscas a un tablero tratado, se alimentan y guardan 24 horas para calcular la mortalidad.

Muchas veces, al comparar la eficacia de los insecticidas, usamos la expresión "dosis mortal media (DM-50)" * para expresar valores de toxicidad relativa. En estudios sobre moscas resistentes, una dosis mortal media es la cantidad de insecticida en microgramos por mosca que se necesita para matar la mitad de la muestra de las moscas tratadas.

Los valores DM-50 de insecticidas sobre moscas son influidos de manera importante por la temperatura del laboratorio durante y después del tratamiento. En temperaturas frías, las moscas se mueren con más facilidad usando compuestos del tipo del DDT, y con menos facilidad con el clordano o el dieldrín. Las moscas usadas en los cálculos de los valores DM-50 en las tablas 1 y 2 se tuvieron a 27° C. Las moscas usadas para los resultados de prueba que se muestran en las tablas 3 y 4 se tuvieron a 16° C. Las temperaturas explican las diferencias en los valores DM-50 de varios insecticidas en relación con los linajes de moscas de laboratorio.

El primer caso reconocido de moscas resistentes al DDT lo comunicaron en 1947 Giuseppe Saccà y A. Missiroli, de Italia. Las fuerzas de ocupación norteamericanas usaron por primera vez el DDT en Italia en forma amplia. El doctor R. Weismann, también en 1947, reportó un linaje de moscas de Suecia que presentaban un grado importante de resistencia al DDT.

En 1948 se descubrió un grado alarmante de resistencia al DDT entre las moscas que infestaban la parte sur de California y algunas lugares de los Estados del Sur, del Este y del Centro. A fines de la temporada de crecimiento de 1949, la resistencia al DDT había llegado a ser predominante entre las moscas en la mayor parte de los Estados Unidos. Un estudio que llevó a cabo la Sociedad de Investigaciones de Historia Natural de Illinois en 1949 mostró que el 87 por ciento de las granjas de Illinois estaban infestadas con moscas resistentes al DDT. Un ensayo realizado en 1950 reveló la presencia de resistencia al DDT en todas las poblaciones de moscas silvestres que se sometieron a prueba. Los estudios proporcionaron la evidencia de que los linajes silvestres susceptibles se hicieron resistentes al DDT en un período de 2 ó 3 años.

Las tendencias reales en el desarrollo de linajes resistentes al DDT en dos granjas de Illinois, de 1945 a 1950, se muestran en la tabla 1. Los niveles de 1950 de la resistencia al DDT en las granjas son significativamente más altos que los niveles de 1948 o 1949, aun con la ausencia de aplicaciones de DDT. Los investigadores de California observaron el mismo fenómeno después de haber estado suspendido durante dos años el uso de DDT para combatir las moscas.

Varios investigadores han tratado de producir, desde 1947, moscas resistentes al DDT exponiendo a éste generaciones sucesivas de moscas susceptibles en el laboratorio. Richard Fay y sus colaboradores del Servicio de Salubridad Pública expusieron moscas adultas en jaulas parcialmente tratadas para producir un linaje de un orden un poco menor de resistencia en 45 generaciones de adultos. Principiando en 1946, W. V. King y el personal del laboratorio de Orlando, Florida, produjeron un linaje de moscas altamente resistentes al DDT, expo-

* En inglés las iniciales son LD, de *lethal dosage*, dosis mortal.—*(N. del T.)*

niendo 55 generaciones de adultos a aspersiones con soluciones de DDT. En el laboratorio de la Sociedad de Investigaciones de Historia Natural de Illinois, George C. Decker y yo obtuvimos resultados espectaculares exponiendo al DDT tanto larvas como adultos. Contaminamos el ambiente larvario y tratamos las cajas adultos con dosis de soluciones de DDT casi mortales. En esta forma pudimos seleccionar linajes muy resistentes al DDT en 9 a 18 generaciones procedentes del linaje de laboratorio. Tratamos de simular condiciones de campo en que se tratan con insecticidas las superficies de los heniles y los montones de estiércol.

Por lo que respecta al carácter de la tendencia en la adquisición de la resistencia al DDT por el linaje de laboratorio cuando se seleccionaron larvas y adultos por el tratamiento del DDT, parece que el proceso de segregación o la creación inicial de resistencia al DDT es lenta, pero cuando se fija la resistencia, su intensificación es rápida y llega a un nivel máximo, que se alcanza cuando el DDT del ambiente no actúa ya como un agente selectivo.

Los resultados de las investigaciones que comuniqué en 1947 revelaron el desarrollo de razas de moscas resistentes al dieldrín, al clordano, al lindano, al toxafeno, al metoxicloro, a los piretrines, al para-oxón y a una mezcla de todos los hidrocarburos clorurados eficaces. Desde aquella comunicación, todas las razas resistentes de laboratorio, excepto las del para-oxón y los piretrines, alcanzaron un punto de resistencia máxima, o lo han adquirido hasta donde fue posible por el método que utilicé. Un linaje que mostró un aumento triplicado en la tolerancia para el dieldrín en noviembre de 1949 había alcanzado una tolerancia 2,000 veces mayor en julio de 1950. Las dosis necesarias para matar moscas individuales de estos linajes excedieron en mucho a las que pudieran aplicarse para combatir las poblaciones de campo de moscas domésticas.

Tres clases de tendencias caracterizaron el aumento de tolerancia o resistencia en los experimentos en 1948 y 1949.

El tipo de DDT de tendencia de adquisición, en el que un linaje susceptible de moscas adquirió lentamente caracteres que permitieron una selección más rápida en las generaciones subsiguientes, fue característica del dieldrín, el metoxicloro y el clordano, así como del DDT.

1. Valor DM-50 del DDT en dos linajes de moscas de campo

	Granja A		*Granja B*	
	Tratamiento en la granja	*DM-50*	*Tratamiento en la granja*	*DM-50*
1945	DDT	0.2	DDT	0.18
1946	DDT	.3	DDT	.4
1947	DDT	.8	DDT	.7
1948	DDT	8.1	DDT	9.0
1949	Dieldrín [1]	4.0	Lindano [4]	8.5
1950	Dieldrín [3]	18.0	Lindano [2]	42.0

[1] Los pajares completamente aislados y viejos rociados con DDT.
[2] Mucho DDT adherido aún a las paredes, etc.
[3] Empiezan a producirse moscas resistentes al dieldrín.
[4] Empiezan a producirse moscas resistentes al lindano.

Un segundo tipo, un tipo de lindano, en que un linaje de moscas susceptibles adquirió gradualmente un grado cada vez más alto de tolerancia, pero en que no hubo cambios bruscos notables en la velocidad de adquisición, fue característico del para-oxono y del toxafeno, así como del lindano.

El tercer tipo fue el que mostró linajes de moscas ya resistentes a uno o más compuestos. En este caso los linajes resistentes al DDT o al metoxicloro

2. APLICACIONES LOCALES QUE MUESTRAN EL DM-50 RELATIVO EN VEINTICUATRO HORAS DE INSECTICIDAS EN MICROGRAMAS PARA MOSCAS DE DIVERSOS LINAJES DE MOSCAS DOMÉSTICAS PRODUCIDAS EN EL LABORATORIO

	Exposición de generaciones de adultos y larvas al insecticida hasta llegar a un nivel máximo de resistencia										
Linajes	*Generaciones*	*Insecticida*	*Origen de los linajes*	*DDT*	*Metoxicloro*	*Lindano*	*Clordano*	*Dieldrín*	*Mezcla 10:1 de piperonilbutóxido y piretrines*	*Paraoxono*	*Dilano*
Susceptibles de Laboratorio			N.A.I.D.M.	0.33	0.99	0.03	0.12	0.019	1.13	0.045	2.40
DDT I	18	DDT	lab.	>100.00	14.40	.11	.24	0.48	1.77	.07	2.50
Metoxicloro	12	Metoxicloro	lab.	.30	>100.00	.07	.25	.010	1.60	.05	2.30
Lindano	46	Lindano	lab.	1.20	1.10	> 10.00	1.86	.40	1.40	.05	2.91
Dieldrín	36	Dieldrín	lab.	2.50	3.90	.60	>100.00	>100.00	1.90	.07	2.60
Multi VII	17	Lindano	DDT I	>100.00	16.70	> 10.00	.96	.60	1.50	.09	2.95
Multi VI	19	Lindano	Metoxicloro	.80	>100.00	> 10.00	2.70	.70	1.40	.06	2.75
Multi I	4	Metoxicloro	DDT I	>100.00	>100.00	.12	.23	.08	1.80	.07	2.54
Multi IX	19	Clordano, lindano, dieldrín, toxafeno, DDT, metoxicloro	Multi I	>100.00	>100.00	>100.00	>100.00	>100.00	2.00	.07	2.25
Dilano	5	Dilano	Multi IX	>100.00	>100.00	>100.00	>100.00	>100.00	2.10	.08	>100.00
Piro I	30	Pirenona	lab.	.68	1.10	.16	.32	.026	> 23.20	.07	4.20
Para-oxono	..	Para-oxono	lab.	.45	1.00	.05	.15	.02	1.22	>.51	2.46

adquirieron rápidamente resistencia a otros compuestos clorurados relacionados o no relacionados con aquéllos. Así pues, las moscas domésticas resistentes al DDT desarrollaron un alto grado de resistencia al lindano en la mitad o en un tercio del número de generaciones necesarias para desarrollar el mismo grado de resistencia de un linaje susceptible de moscas domésticas.

NUESTROS ESTUDIOS DE LABORATORIO pronosticaron con alguna exactitud los acontecimientos en el campo. Que un linaje de moscas resistente a un insecticida tenga una resistencia reducida pero importante a otros insecticidas puede explicar la adquisición rápida a otros insecticidas por las moscas resistentes al DDT. Según toda probabilidad, tales linajes resistentes al DDT poseen características genéticas seleccionadas asociadas con la adquisición de resistencia a otros insecticidas clorurados que no se encuentran en linajes susceptibles.

Se averiguó que linajes de moscas silvestres resistentes al DDT han adquirido resistencia a los productos químicos más nuevos (clordano, dieldrín y lindano) usados en vez del DDT para combatir a la mosca. Esos linajes adquirieron resistencia a los nuevos insecticidas mucho más aprisa que la resistencia inicial al DDT. Las observaciones de campo coincidieron con los descubrimientos de laboratorio. El aumento de resistencia al dieldrín, al toxafeno y al lindano, según comunicaron Ralph March y Robert Metcalf, de la Estación Experimental de Cítricos de California, se había presentado en los linajes Pollard resistentes al DDT después de tres aplicaciones de lindano. Descubrimientos similares fueron comunicados por Kenneth D. Quarterman, de los laboratorios del Servicio de Salubridad Pública de Savannah, Georgia, y por E. F. Knipling, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.

En Illinois el aumento de resistencia o tolerancia ocurrió después de dos temporadas de aplicación de lindano o dieldrín. Estudiando este aumento de resistencia al dieldrín y al lindano adquirido por linajes de campo, los investigadores de California y de Illinois notaron que los niveles de resistencia al DDT también habían aumentado, aparentemente, por la acción selectiva del lindano y el dieldrín.

March y Metcalf descubrieron que linajes campesinos resistentes al DDT de moscas domésticas por lo general son completamente resistentes a los compuestos de DDT y a sus análogos. También comunicaron que las moscas resistentes al DDT sometidas a tratamientos de lindano desarrollaron tolerancias para el dieldrín, el heptacloro, el aldrín, el clordano y el toxafeno, así como la resistencia prevista al lindano. El linaje Pollard resistente al DDT llegó a ser resistente a todos los hidrocarburos clorurados que se pudieron usar para combatir la mosca después de solamente tres aplicaciones de lindano. Aparentemente esos linajes de campo de resistencia múltiple no fueron resistentes a los derivados nitro-parafínicos del DDT.

Decker y yo pudimos producir moscas, de un lote tipo de laboratorio, altamente resistentes al lindano y sólo ligeramente resistentes a los otros tóxicos. También produjimos moscas resistentes al metoxicloro que fueron susceptibles al DDT. Estas son dos excepciones conocidas a la clasificación propuesta por March y Metcalf, según la cual hay en el campo dos tipos de moscas domésticas resistentes: las resistencias al DDT y sus análogos (raza Bellflower, tabla 3) y las resistentes a todos los hidrocarburos clorurados (raza Pollard, tabla 3), que se usan como aplicaciones residuales.

Aunque pueden producirse moscas que resistan un insecticida específico, con su producción están asociados cambios que hacen a las razas moderadamente resistentes a otros insecticidas relacionados químicamente o por su modo de actuar. Parece que también se adquiere un poco de tolerancia para los com-

puestos no relacionados. El examen de las tablas 2, 3 y 4 mostrará las magnitudes de las tolerancias adquiridas.

3. PRUEBAS DE APLICACIONES MEDIDAS EN GOTAS QUE MUESTRAN EL DM-50 LOCAL RELATIVO EN VEINTICUATRO HORAS EN MICROGRAMOS POR MOSCA HEMBRA DE LABORATORIO Y DE LOS LINAJES BELLFLOWER Y PALLARD

Compuesto	*DM-50 en 24 horas*		
	Laboratorio	*Bellflower*	*Pollard*
DDT	0.033	11	>100
DFDT	.10	4.0	1.2
DTDT [1]	.16	.70	2.7
DEtDT [2]	.11	1.3	2.7
Metoxicloro	.068	.96	1.4
DDD	.13	60	>100
Lindano	.010	.080	.25
Heptacloro [3]	.032	.060	1.5
Aldrín	.044	.076	.78
Dieldrín	.031	.050	.86
Toxafeno	.22	.62	3.4
Paratión	.015	.020	.023
Piretrinas	1.0	.94	1.6
Aletrín [4]	.43	.97	.50

[1] 2,2-bis(*p*-tolil)-1,1,1-tricloroetano.
[2] 2,2,-bis(*p*-etilfenil)-1,1,1-tricloroetano.
[3] El ingrediente más tóxico del clordano técnico.
[4] Alil análogo de Cinerín I.

4. PRUEBAS DE APLICACIONES MEDIDAS EN GOTAS QUE MUESTRAN EL DM-50 LOCAL RELATIVO EN VEINTICUATRO HORAS EN MICROGRAMOS POR MOSCA HEMBRA DE LABORATORIO Y DE LOS LINAJES BELLFLOWER Y PALLARD

Compuesto	*DM-50 en 24 horas*		
	Laboratorio	*Bellflower*	*Pollard*
1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitropropano [1]	0.095	0.15	0.11
1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitrobutano [1]	.15	.18	.11
DDT	.033	11	100

[1] La mezcla de dos partes del primer compuesto y una parte del segundo se vende con el nombre Dilano.

Datos de Ralph B. March y Robert Metcalf, de la Estación Experimental de Cítricos de California.

LA MAGNITUD DE LOS GRADOS de tolerancia para los tóxicos adquirida por poblaciones de moscas domésticas excluye la posibilidad de cualquier adaptación individual importante, pero indica más bien un cambio real en la constitución genética de las poblaciones resistentes a los insecticidas. Ese cambio genético probablemente se realiza por una selección gradual de mutaciones adaptativas que modifican los procesos fisiológicos en tal forma, que los insecticidas son más rápidamente inactivados o neutralizados.

Los esfuerzos para conocer la genética de la resistencia muestran que tanto las hembras como los machos portan caracteres de resistencia para el DDT y que las cruzas producen lo que podríamos llamar mezclas fisiológicas. En otras palabras, la primera generación híbrida posee un grado intermedio de resistencia.

Desde el punto de vista de la genética, tenemos pocas esperanzas de eliminar la resistencia por el cruzamiento de moscas resistentes con moscas susceptibles, porque la resistencia probablemente es el resultado de varios cambios de genes, que no pueden definirse fácilmente como dominantes o recesivos. Pero las moscas resistentes, aunque bien adaptadas a un medio de DDT, no pueden estar tan bien adaptadas como moscas susceptibles a un medio libre de DDT. Junto con la mutación ventajosa que tiene lugar durante la producción del linaje resistente, probablemente hay muchas mutaciones desventajosas que quizá se reflejan en una proporción decreciente de la reproducción.

ALGUNOS CAMBIOS POSIBLES pueden hacer cada vez más difíciles de controlar las razas de campo de moscas domésticas: puede cambiar la permeabilidad de la cutícula, puede aumentar la velocidad de destoxicación o neutralización del insecticida, el tóxico puede repeler al insecto, la selección puede producir moscas con hábitos de protección para descansar en lugares no tratados ordinariamente y pueden ocurrir cambios morfológicos en las dimensiones de las moscas.

Podemos demostrar fácilmente algunos de estos cambios. Los investigadores de Illinois encontraron que su raza Multi I de moscas resistentes al DDT descompusieron el DDT tan rápidamente como entraba en el cuerpo para producir un DDE no tóxico [2,2-bis(*p*-clorofenil)-1,1-dicloroetileno], mientras que no lo produjeron las razas susceptibles. Se averiguó que otras razas de moscas resistentes al DDT sólo descomponen parte del DDT que entra en el cuerpo de la mosca. Queda una fracción no identificada debido a que no todo el DDT se puede recobrar como DDT o DDE. Las moscas de la raza de laboratorio resistente al DDT, de los laboratorios de Orlando, son manifiestamente mayores que las susceptibles. Parece que también hay una estrecha correlación entre la velocidad de desarrollo de la larva y la resistencia a los insecticidas. La mosca doméstica resistente a los insecticidas crece más despacio que las moscas susceptibles.

Los observadores de campo han advertido cambios en los hábitos relativos a los sitios de descanso de algunas moscas resistentes. Estos insectos reposan sobre los pisos y las partes bajas de los edificios, pero no en los cielos rasos y paredes que se han tratado. Algunos linajes de campo de moscas domésticas se paralizan con el DDT más rápidamente que las razas susceptibles de laboratorio, pero se recobran por completo de la parálisis inicial debida al envenenamiento por el DDT. La súbita parálisis y el restablecimiento completo sirven como mecanismo de protección en el campo impidiendo a las moscas descansar sobre las paredes o cielos rasos tiempo suficiente para absorber una dosis mortal de veneno.

Parece que la resistencia a los insecticidas está estrechamente correlacionada con la capacidad de la mosca para degradar químicamente los ingredientes químicos tóxicos en no tóxicos. Parece que el sitio de la degradación se encuentra en la capa hipodérmica de la pared del cuerpo del insecto. Desconocemos el mecanismo del proceso.

¿CUÁL ES LA SOLUCIÓN DE NUESTROS PROBLEMAS? Si tuviéramos una solución fácil no habría ningún problema serio. Se necesita una solución, y para ese fin presento cuatro puntos a la investigación y la reflexión.

1. La utilidad del DDT y de otros compuestos clorados está llegando a su fin para combatir la mosca doméstica a menos que se encuentren ingredientes químicos prometedores que eviten que las moscas los degraden químicamente o que evadan sus efectos tóxicos. El Servicio de Salubridad Pública ha probado un gran número de activadores del DDT y averiguó que el 1,1-bis(*p*-clorofenil) etanol aumenta mucho la eficacia del DDT sobre las moscas domésticas resistentes a él. Queda por ver si las moscas se harán resistentes a la combinación.

2. Habrá que inventar insecticidas nuevos que no estén químicamente relacionados con los hidrocarburos clorados. Algunos de los nuevos compuestos

fosfatados pueden llegar a ser útiles para combatir las moscas domésticas resistentes que ahora se encuentran en el campo. El dilano, un derivado nitroparafínico del 1,1-bis(*p*-clorofenil), ha dado algunas esperanzas en las pruebas de campo y de laboratorio, según Ralph March. Pero la utilidad del dilán puede ser de vida corta, porque se han producido moscas resistentes a él de una raza multirresistente en cinco generaciones.

3. Algunos investigadores creen que las razas de campo pueden volver a ser susceptibles en ausencia de tratamiento. Las razas de campo probadas por los investigadores en California e Illinois y por los del Servicio de Salubridad Pública no mostraron pérdida de resistencia al DDT dos años después de suspendido el DDT como tratamiento residual para combatir la mosca. Las moscas resistentes al DDT guardadas en el laboratorio conservaron, en ausencia de DDT, sus altos niveles de tolerancia por 30 a 50 generaciones. Por otro lado, algunos investigadores han comunicado casos de reversión de moscas resistentes al DDT a linajes de moscas más susceptibles. Nosotros, los de la Sociedad de Investigaciones de Historia Natural de Illinois, tenemos datos de laboratorio que indican que las moscas resistentes pueden producir menos progenie y en algunos casos incluso tener un ciclo de vida más largo que las moscas susceptibles. Gordon Bender, de la Universidad de Illinois, trabajando con preparaciones de músculo de mosca encontró que las velocidades de la respiración eran más altas en las moscas resistentes que en las susceptibles. Estos dos hechos sugieren que las moscas resistentes no se encuentran tan bien adaptadas fisiológicamente a su medio ambiente y no son tan eficientes como las moscas susceptibles. Si es así, entonces podemos esperar una pérdida gradual de resistencia a los insecticidas entre las razas de campo de moscas domésticas, a medida que las razas susceptibles sobreproduzcan literalmente las razas resistentes. Si las moscas de campo pierden su resistencia a los insecticidas cuando se suspenden los tratamientos y desaparecen los residuos en las paredes y en el suelo, entonces los hidrocarburos clorados volverán a ser útiles como productos químicos para reducir las poblaciones de moscas.

4. Debe darse importancia mayor aún al saneamiento. Los insecticidas debieran usarse únicamente para aumentar el control de la mosca obtenido por un saneamiento riguroso. No existe sustituto para el saneamiento.

W. N. Bruce *es entomólogo agregado a la Sociedad de Investigaciones de Historia Natural de Illinois.*

Los mosquitos y el DDT

W. V. King

Un aumento en la resistencia al DDT se ha registrado en varias especies de mosquitos en partes muy alejadas entre sí del mundo. Están incluidos los mosquitos caseros *Culex pipiens,* en Italia, y el *C. quinquefasciatus,* en la India; dos especies de marisma, *Aedes taeniorhynchus* y *A. sollicitans,* en la Florida, y dos especies de agua corriente, *Aedes nigromaculis* y *A. dorsalis,* además del *Culex tarsalis,* en California. Un hecho halagüeño es que dos especies de *Anopheles* no mostraron aumento de resistencia en zonas donde estuvieron sometidas durante varios años al tratamiento residual con DDT en los edificios.

Parece que E. Mosna fue el primero en advertir el aumento de resistencia

en una especie de mosquito, el *Culex piplens autogenicus (molestus)* de las marismas pontinas de Italia. Encontró muchos ejemplares vivos de la especie que se encuentra en los dormitorios de las casas, en mayo de 1947, cuando corría el segundo año de aplicaciones de DDT en keroseno al 5 por ciento como residuo para combatir el *Anopheles.* Los ejemplares que recogió en los interiores se expusieron en las paredes tratadas, y sobrevivían después de 48 a 72 horas; pero los especímenes de una raza de laboratorio murieron en un plazo de 3 a 5 horas. Pensó Mosna que era posible que existieran dos razas de esta variedad de mosquito, diferenciadas básicamente por el grado distinto de resistencia al DDT. Pruebas de laboratório con la octava generación criada de material resistente, revelaron que la resistencia se transmitió a través de las ocho generaciones sin disminución marcada. Por las pruebas de campo y de laboratorio preliminares con clordano y hexacloruro de benceno, Monsa averiguó que los insecticidas tenían acción residual que duraba más de 4 meses y que, por tanto, eran adecuados para el control práctico de *Culex* que son resistentes al DDT.

Por los experimentos hechos en la India durante 10 meses, J. E. Newman y otros averiguaron que generaciones sucesivas del mosquito común del Sur expuestas a residuos del DDT en el laboratorio mostraron un aumento marcado para la resistencia al DDT. Una exposición de 20 minutos causaba al principio una mortalidad del 100 por ciento de hembras, pero no hubo mortalidad a consecuencia de una exposición de 30 minutos unos meses después. También mostraron una resistencia análoga para el hexacloruro de benceno.

El fracaso de las rociaduras con DDT para controlar satisfactoriamente el mosquito común y otra especie de las marismas saladas, *Aedes taeniorhynchus,* en el distrito de Broward, Florida, se conoció primero en Hollywood en 1947, donde se había aplicado mucho DDT en los años precedentes para dominar infestaciones fuertes.

La falla se observó nuevamente en 1948 y 1949 cuando se experimentó dificultad similar en el distrito de Brevard, cerca de Cocoa Beach y de la Base Aérea de Banana River, donde se había tratado una marisma extensa repetidas veces con rocíos de DDT en los 4 años precedentes. Los resultados de las operaciones de aspersión aérea en el área fueron corroboradas en junio de 1949 por el laboratorio de Orlando de la Oficina de Entomología y Cuarentena Vegetal. Se hizo evidente que no se obtenía una reducción satisfactoria de adultos de las dos especies de las marismas saladas, *A. taeniorhynchus* y *A. sollicitans,* con la dosis común de 0.2 kilogramos por hectárea. Aún fracasó la aplicación de dosis dobles para conseguir tan buen control como se había obtenido con la dosis normal. Este indicio del aumento de la resistencia fue confirmado por las pruebas de laboratorio en las que larvas y adultos criados de *A. taeniorhynchus* y *A. sollicitans* se compararon en susceptibilidad al DDT con un material similar de especímenes de *A. taeniorhynchus* procedentes de otras zonas del mismo distrito que no se sabía que hubieran recibido previamente aplicaciones de DDT o que sólo habían recibido un tratamiento ocasional para el control de los adultos. El *A. sollicitans* no se encontró en las zonas no tratadas en el momento en que se hicieron las recolecciones para las pruebas.

El testimonio de las pruebas de laboratorio mostró el aumento de tolerancia de los especímenes de las zonas tratadas. En las pruebas de larvicidas, la mortalidad de larvas en su cuarta fase dio un promedio del 16 por ciento, aproximadamente en comparación con un promedio de cerca del 90 por ciento de las larvas de control. Similarmente, en las pruebas espaciadas de aspersiones con soluciones de DDT al 1 por ciento contra hembras criadas las cifras comparables fueron el 18 y el 83 por ciento. Los resultados indicaron un aumento de cuatro veces o más en la tolerancia. Las larvas de *Aedes taeniorhynchus* colectados en

1949 de una zona tratada del distrito de Sarasota, en la Costa del Golfo, también mostraron aumento de resistencia.

El clordano y el hexacloruro de benceno, ambos técnicos y refinados (lindano), produjeron en las pruebas sobre especímenes de mosquitos del distrito de Brevard casi la misma mortalidad de larvas y adultos provenientes de las zonas tratadas que de zonas no tratadas en dosis similares. Esto también fue verdad para el paratión en las pruebas larvicidas. El paratión no se utilizó contra los adultos. El TDE, como el DDT, fue mucho menos tóxico para los especímenes de la zona tratada. El toxafeno fue algo menos tóxico. El lindano fue con mucho el compuesto más tóxico para los adultos, y el paratión para las larvas de todas las zonas.

También se hicieron pruebas de aspersiones aéreas con varios insecticidas contra los mosquitos resistentes al DDT. El lindano, el más eficaz de los insecticidas probados, dio buen control de los adultos en dosis de 0.05 y 0.1 kilogramos por hectárea. El hexacloruro de benceno técnico (12 por ciento de gamma) a 0.2 y a 0.4 kilogramos, y el dieldrín y el paratión a 0.05 y a 0.1 kilogramos, dieron resultados casi iguales al lindano. El clordano y el DDT a 0.2 y a 0.3 kilogramos por hectárea, y el toxafeno a 0.2 kilogramos, no fueron muy eficaces en la mayoría de las pruebas.

Las pruebas de larvicida en pequeñas parcelas se realizaron con varios insecticidas aplicados como emulsiones. En la zona de Cocoa Beach el DDT fue mucho menos eficaz que en las zonas no tratadas, pero los otros materiales —el dieldrín, el paratión, el lindano, el hexacloruro de benceno técnico y el toxafeno— todos dieron resultados buenos y aproximadamente iguales tanto en las marismas tratadas como en las no tratadas. El dieldrín y el paratión fueron los más eficaces a dosis de 0.025 y 0.05 kilogramos por hectárea, seguidos muy de cerca por el lindano y el toxafeno.

Indicios del aumento de resistencia a los efectos del DDT en larvas de *Aedes nigromaculis* y de *A. dorsalis* en el distrito de Kern, California, se advirtieron en el otoño de 1947 y a principios de 1948 en un rancho muy grande que había sido tratado regularmente con aeroplano y con camión, y que también había sido usado para experimentos sobre aplicaciones de emulsiones de DDT vertidas con sifón en las aguas de riego. La dosis se aumentó de 0.15 a 0.25 partes por millón, con el mismo fracaso. Posteriormente se trató con DDT parte de los campos utilizando avión, en una proporción de 0.4 kilogramos por hectárea, y parte con toxafeno con 0.3 kilogramos. El toxafeno mató todas las fases larvarias, pero el DDT no mató ni siquiera las primeras fases. Aproximadamente por el mismo tiempo se recibieron también quejas en el distrito de que el DDT no daba buen control de las larvas de *Culex tarsalis*.

R. M. Bohart y W. D. Murray informaron que se habían tenido resultados poco satisfactorios en el control de *Aedes nigromaculis* en 1949 en los distritos de Tulare y Merced. Para confirmar las observaciones de campo, se hicieron pruebas de laboratorio con larvas de las especies recogidas en tres pastos, que previamente habían recibido repetidas aplicaciones larvicidas de DDT, en el distrito de erradicación del mosquito en Tulare. Los citados investigadores compararon las larvas con larvas de tres pastos del distrito de King, que no se sabía que hubieran sido tratados con DDT. Basados en las dosis necesarias para causar el 50 por ciento de mortalidad, el promedio para la larva de Tulare fue más de 10 veces que para las larvas de control. Los menos resistentes de los lotes de larvas procedentes de los campos tratados necesitaron cerca de tres veces más de DDT que el más resistente de la zona de control. En pruebas comparativas entre el DDT y el toxafeno, este último fue considerablemente el más tóxico para las larvas resistentes al DDT, pero menos tóxico para los lotes de control.

Los residuos de DDT aplicados a las paredes de las viviendas y a otras construcciones se ha usado mucho en distintos países para el control de los transmisores del paludismo. Pruebas para determinar si se ha presentado un aumento de la tolerancia se realizaron en dos zonas donde este método de control había estado en operación por varios años. Los resultados fueron negativos.

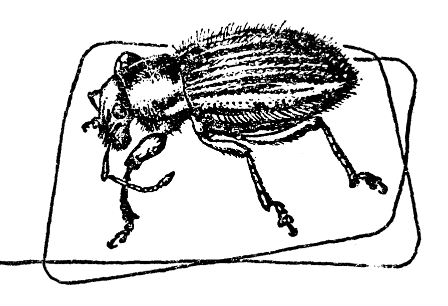
En el pueblo mexicano de Temixco se aplicaron aspersiones de DDT en las superficies interiores de las paredes de las casas y en otros edificios una vez por año a principios de primavera desde 1945 a 1948. Las aspersiones redujeron en forma notable el número de *Anopheles pseudopunctipennis* tanto en el pueblo como en los campos de arroz de sus alrededores. En 1948 se hicieron pruebas de laboratorio bajo la dirección de J. B. Gahan y Wilbur G. Downs para determinar la susceptibilidad relativa de los adultos que se habían recogido en el pueblo y en la aldea no tratada de San José, a unos 16 kilómetros de distancia. En junio y julio se hicieron 96 pruebas con unos 2,000 mosquitos adultos de cada uno de los pueblos. Los insectos se criaron de hembras grávidas recogidas en los dos lugares y fueron sometidos a prueba exponiéndolos a paneles de tela impregnados de DDT. La mortalidad media fue algo mayor para los mosquitos del pueblo tratado que para los mosquitos del pueblo no tratado (56 por ciento contra 43 por ciento para los dos sexos unidos). El descubrimiento pareció demostrar que no había habido pérdida de susceptibilidad.

G. F. Ludvik y otros informaron en 1950 sobre el primer año de un estudio de resistencia al DDT del *Anopheles quadrimaculatus* en el Valle del Río Tennessee, después de un tratamiento de rutina de 5 años, en que se usaron residuos de DDT contra larvas y adultos. Sometieron a los especímenes a pruebas variadas en comparación con material análogo de zonas no tratadas. Las comparaciones consistieron en pruebas larvicidas de laboratorio en suspensiones de DDT, en exposiciones de larvas en pailas a aspersiones aéreas con DDT, en exposiciones de adultos a paneles tratados con DDT y en soltar adultos en cuartos tratados con residuos. Los mosquitos de las zonas tratadas mostraron tolerancia un poco mayor al DDT en algunas pruebas, pero los investigadores concluyeron de sus estudios preliminares que no habían adquirido una resistencia sobresaliente.

R. W. Fay y otros comunicaron los resultados de experimentos preliminares para determinar la posible creación de una raza resistente de *Anopheles quadrimaculatus*. Adultos de una colonia de esa especie criada en insectario fueron expuestos por cuatro generaciones sucesivas a tableros tratados con DDT por tiempo suficiente para dar mortalidades de un 66 por ciento. Después se obtuvieron huevos de las hembras sobrevivientes para criarlos. En las pruebas de susceptibilidad al DDT de las razas expuestas la mortalidad media mostró un descanso pequeño pero estadísticamente significativo en la primera generación. No hubo cambio durante las tres siguientes generaciones, pero siguió un aumento hasta el nivel original en la primera generación después de suspendida la exposición al DDT. En pruebas con otros insecticidas se encontró una pérdida de susceptibilidad similar para el metoxicloro, pero no para el clordano, el hexacloruro de benceno, el aldrín ni el TDE (DDD). Debido a que las proporciones de aumento y disminución de la resistencia fueron básicamente diferentes en estas pruebas de las registradas para las moscas domésticas (en que los cambios en cada sentido eran mucho más graduales), parece necesaria una confirmación más amplia de estos resultados para poder sacar conclusiones.

W. V. KING *fue consultor técnico en el laboratorio de Orlando de la Sección de insectos que afectan al hombre y a los animales, del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal, hasta 1951.*

Fumigantes



Naturaleza y usos de los fumigantes

Robert D. Chisholm

Los FUMIGANTES son productos químicos que desprenden vapores venenosos. Los griegos y los romanos conocieron su valor para matar insectos. Homero mencionó el uso del azufre para este propósito. Unos 200 años antes de nuestra Era, Catón dijo que los vapores de una mezcla de azufre y asfalto mataban a los insectos que infestaban los árboles. Desde entonces se han encontrado muchos compuestos valiosos como fumigantes para un gran número de especies; para algunas, de hecho, las fumigaciones son los únicos medios prácticos de combatirlas; para otras proporcionan un medio para complementar las aspersiones o los espolvoreos.

La selección del fumigante adecuado depende de varios factores además de su capacidad para matar. No debe dañar la mercancía o cosas atacadas por los insectos ni a los objetos cercanos. No debe dejar residuos tóxicos para el hombre o que comunique un olor o un sabor desagradables si se usa sobre comestibles. Su costo debe ser menor que el valor de las cosas que se protegen de los insectos. Debe tener ciertas propiedades: presión de vapor o velocidad de vaporización adecuadas, capacidad para penetrar en las mercancías fumigadas, absorción o adsorción reducidas por las mercancías fumigadas y estabilidad química.

Debido al gran número de especies de insectos y a la variedad de sus medios, aún no se ha descubierto el fumigante ideal. Los fumigantes no son igualmente eficaces contra todas las especies de insectos. Además, un fumigante que se puede usar para matar insectos en un medio quizá no pueda usarse en otro.

Por lo general, los fumigantes se aplican en espacios cerrados —bodegas, casas, almacenes, talleres, barcos, silos, tanques, tiendas, o cámaras de vacío—, todos de construcción suficientemente cerrada para evitar pérdidas indebidas de los vapores. Algunas veces se usa la presión del aire para probar lo hermético de las construcciones. Las pérdidas de los lugares cerrados protegidos del viento son mucho menos que las de los lugares expuestos a él. Dentro de lo posible, las grietas u otras aberturas deben taparse antes de aplicar los fumigantes. Algunas veces los fumigantes se aplican a los suelos.

Algunos fumigantes son gases a la temperatura ambiente (unos 21° C.). Otros son líquidos o sólidos que a temperaturas ordinarias se vaporizan lentamente o

necesitan calor para su uso efectivo. Usualmente los gases están comprimidos en cilindros, de los que se dejan escapar como gases o líquidos. (Una excepción es el bióxido de azufre, que se genera quemando azufre.) Los fumigantes líquidos se pueden rociar o esparcir en las mercancías o en todo lugar cerrado. Algunos se vaporizan en vasijas, muchas veces con ayuda de calor. Los líquidos que se usan en la fumigación del suelo se inyectan dentro de éste o se aplican como soluciones o emulsiones acuosas. Los fumigantes sólidos pueden vaporizarse calentándolos o desparramándolos sobre y entre la mercancía o dentro del lugar, donde se vaporizan lentamente.

Las fumigaciones eficaces y económicas dependen de la distribución uniforme de los vapores. Algunos vapores son más ligeros que el aire y tienden a concentrarse en el nivel superior en un lugar cerrado, particularmente si se sueltan cerca de la parte más alta. Otros, más pesados que el aire, pueden estratificarse en los niveles inferiores. Estas propiedades indeseables pueden subsanarse en parte si los vapores ligeros se dejan escapar cerca de la parte inferior y los pesados cerca de la parte superior. Puede obtenerse una distribución más uniforme usando un abanico circulante para mezclar los vapores con el aire. La estratificación a niveles diferentes es a menudo de poca importancia después de haberse realizado la mezcla.

La distribución en los suelos depende de la estructura, el contenido de humedad y la temperatura de los mismos, y de la uniformidad y profundidad de la aplicación.

Los vapores de muchos compuestos pueden matar a los insectos, pero son pocos los que se usan para este fin.

El bisulfuro de carbono (CS_2) es líquido a la temperatura ambiente. La forma químicamente pura es incolora, pero los grados comerciales son ligeramente amarillos. Tiene un olor desagradable. Otras propiedades: punto de ebullición es 46.30° C.; punto de fusión, 111.6° C.; gravedad específica, 1.261 22°/20° C., y a los 20° C. tiene una presión de vapor de 297.5 milímetros. A las temperaturas ordinarias se evapora rápidamente y sus vapores son 2.6 veces más pesados que el aire (calculado por sus pesos moleculares).

Los vapores de bisulfuro de carbono son explosivos cuando se mezclan con 1 a 99 volúmenes de aire. A 147° C. arde espontáneamente. Las mezclas pueden explotar al entrar en contacto con llamas, ascuas de carbón de piedra, chispas de conexiones eléctricas o tuberías de vapor calientes. En su uso es esencial una gran precaución.

Las personas deben evitar exponerse mucho tiempo a los vapores. Ciertas clases de exposiciones pueden causar únicamente dolores de cabeza o náuseas. Si continúa la exposición, los síntomas llegan a ser graves a consecuencia de cambios patológicos debidos a la solubilidad de los lipoides en bisulfuro de carbono. Estos cambios pueden causar la muerte.

El bisulfuro de carbono se viene empleando como fumigante desde 1854. Hasta pocos años su uso ha aumentado en forma constante. Otros fumigantes, o una mezcla de una parte de bisulfuro de carbono con 4 partes de tetracloruro de carbono, lo han desplazado bastante. Se usó extensamente en la fumigación de casas, bodegas y productos almacenados, tales como granos. Debido a que es tóxico para todas las formas de vida, no se debe usar para fumigar plantas en los invernaderos. Los granos fumigados con bisulfuro de carbono son poco aptos para germinar cuando están húmedos.

El bisulfuro de carbono se usa también como fumigante del suelo, pues al principio se le encontró útil para el tratamiento de éste cerca de las raíces de las vides infestadas con áfidos de la raíz. Posteriormente se usó en emulsiones

para combatir igualmente las larvas del escarabajo japonés y otros insectos habitantes del suelo.

El tetracloruro de carbono o tetraclorometano (CCl_4) es un líquido a las temperaturas ambientes ordinarias. Huele como el cloroformo. Otras propiedades: punto de ebullición, 76.8° C.; punto de fusión, —23.0° C.; gravedad específica, 1.595 20°/4° C.; presión de vapor, 159.6 milímetros a 20° C., y peso del vapor, unas 5.3 veces el del aire.

Sus vapores no son inflamables; se usa con seguridad donde existe peligro de fuego.

En forma líquida o de vapor, el tetracloruro de carbono es tóxico para el hombre. Los síntomas de envenenamiento se pueden producir por la absorción a través de la piel. Algunos de los síntomas característicos son fatiga, dolor de espalda, irritación de los ojos, disturbios estomacales y daños al hígado. Una exposición constante de más de 100 partes por millón de aire se considera peligrosa. La exposición por una hora a 10,000 partes por millón o menos puede producir síntomas que sólo duran breve tiempo. El tetracloruro de carbono se convierte en fosgeno en presencia de una llama viva y aumenta mucho su toxicidad.

El tetracloruro de carbono tiene un valor insecticida más bien bajo. Por tanto, su costo resulta muy alto para ciertos propósitos. Su uso está en gran parte limitado a operaciones donde existe peligro de incendio o en fumigaciones en pequeña escala donde el costo no tiene importancia. Su uso principal es en mezclas con otros fumigantes, tales como el bisulfuro de carbono o el dicloruro de etileno, para reducir el peligro de fuego. También se usa como diluente para fumigantes más tóxicos, como el bromuro de metilo o dibromuro de etileno, para ayudar a la distribución de los vapores de los compuestos más tóxicos. En estas mezclas se usa en grandes cantidades, particularmente en la fumigación de granos.

El cloropicrín o tricloronitrometano (CCl_3NO_2) es, a la temperatura ambiente, un líquido incoloro. Causa vómito e irritación intensa de los ojos y de la garganta en concentraciones relativamente bajas. Otras propiedades: punto de ebullición, 112.4° C.; punto de fusión, —64° C.; gravedad específica, 1.651 20°/4° C. y presión de vapor de 18.3 milímetros a 20° C. Sus vapores son unas 5.7 veces más pesados que el aire.

No es inflamable y sustancialmente está libre de los peligros de fuego o de explosión. En este respecto supera a otros fumigantes, como el bisulfuro de carbono o el óxido de etileno.

Es tóxico para el hombre. Durante la Primera Guerra Mundial se usó en mezclas con otros gases más tóxicos y se conoció como gas emético. Los soldados que se quitaban las máscaras se exponían a concentraciones más altas del otro gas que contenía la mezcla. Algunas veces se añade al ácido cianhídrico y al bromuro de metilo como agente de aviso.

Para fumigar productos almacenados puede regarse o rociarse sobre el material infestado. Debido a su bajo índice de volatilidad se le mezcla frecuentemente con tetracloruro de carbono para activar la vaporización y la distribución de los vapores. Tiene la desventaja de ser retenido por los productos fumigados y sólo se elimina por una aireación prolongada. Puede dañar plantas vivas y semillas.

Para controlar los insectos que habitan en el suelo por lo general se le inyecta en el suelo mezclado con los diluentes que se han mencionado o con xileno. Algunas veces se emulsiona en agua, y la emulsión es rociada sobre la superficie o vertida en los orificios. Estos tratamientos controlarán ciertas especies de

hongos, nemátodos y malas hierbas, pero no se deben usar donde hay plantas en crecimiento.

La mezcla D-D es en esencia una mezcla de 1,3-dicloropropileno y 1,2-dicloropropano obtenida como subproducto en la fabricación del alcohol alílico del petróleo.

Su composición es algo variable. Una muestra típica contenía del 30 al 33 por ciento de 1,3-dicloropropileno de bajo punto de ebullición y del 30 al 33 por ciento de alto punto de ebullición, del 30 al 35 por ciento de 1,2-dicloropropano y un 5 por ciento de tricloruros de propano pesados. Es un líquido de color oscuro a temperaturas ordinarias y tiene un olor picante desagradable. Una muestra típica tuvo un punto de ebullición de 93° C. En la destilación se recuperó el 95 por ciento a 142° C. y la sequedad se produjo a los 163° C. Poseyó un peso específico de 1.198 20°/4° C., una presión de vapor de unos 31.3 milímetros a 20° C. y un punto de inflamación de 26.67° C.

La mezcla D-D es inflamable y de uso peligroso en lugares cerrados en presencia de chispas o de llamas vivas.

Es peligrosa para el hombre. La respiración prolongada de sus vapores puede causar los síntomas asociados con la inhalación de los vapores de hidrocarburos clorados. La gravedad de los síntomas depende de la concentración de los vapores y del tiempo de exposición. Es muy peligrosa si se derrama sobre la piel, zapatos o ropa, y es probable que cause irritación, una sensación de quemadura y ampollas. Si se derrama sobre las ropas, se debe quitar la prenda inmediatamente y lavar la parte de la piel que estuvo en contacto con ella. La prenda debe lavarse y airearse hasta que no se perciba el olor de la mezcla de D-D.

El uso principal de la mezcla de D-D es la fumigación de los suelos contra las larvas de elatéridos, los ciempiés de los jardines y animales parecidos. Es muy eficaz contra los nemátodos y reduce la población de hongos y bacterias. Para uso en escala reducida se vierte en orificios o surcos. Para su uso en gran escala se aplica en una corriente continua en el fondo del surco al tiempo que se ara o por un remolque aplicador mecánico que inyecta el material a presión a la profundidad deseada y llena los surcos.

La mezcla D-D- puede causar daños a las plantas, por lo que se utiliza casi siempre antes de plantarlas. Después del tratamiento las tierras se deben airear plenamente de 10 a 14 días. Si esto se hace en forma apropiada, la mayoría de los cultivos se pueden plantar 3 ó 4 semanas después del tratamiento.

El éter dicloroetilo o 1-cloro-2-(β-cloroetoxi) atano ($C_4H_8Cl_2O$) se usa como fumigante para los insectos. A la temperatura ordinaria es un líquido incoloro. Tiene un olor suave, inequívoco, pero no particularmente desagradable. Otras propiedades: punto de ebullición, 178° C.; punto de fusión —50° C.; peso específico 1.222 20°/4° C.; presión de vapor 0.7 milímetros a 20° C.; peso del vapor, unas 4.9 veces el del aire.

El éter dicloroetilo es un fumigante seguro en cuanto a peligro de explosión. No debe de usarse cerca de llamas vivas porque los productos de su descomposición son peligrosos para las personas que los respiran. Los vapores son irritantes para los ojos, la nariz y la garganta en concentraciones altas. Si la exposición se prolonga mucho tiempo puede presentarse la anestesia seguida de la muerte. A bajas concentraciones la irritación es pequeña.

Tiene valor como fumigante para muchos insectos que viven en el suelo de los prados y los jardines y es útil para tratar los suelos de los invernaderos. Su alto punto de ebullición y su baja presión de vapor permiten que las fumigaciones se continúen por mucho tiempo y suministra por períodos extensos la retención en el suelo de concentraciones tóxicas de los vapores. El compuesto

matará algunas especies de insectos, pero puede dañar a las plantas en crecimiento. Es mejor usarlo donde no hay plantas en esa fase. El suelo debe airearse antes de plantar. Algunas plantas, las rosas y los claveles entre otras, son más susceptibles al daño que las hierbas.

El ortodiclorobenceno o 1,2-diclorobenceno ($C_6H_4Cl_2$) es un líquido incoloro a temperaturas ordinarias. Tiene un olor fuerte característico. Otras propiedades: punto de ebullición, 180.3° C.; punto de fusión, —17.6° C.; peso específico, 1.3048 20°/4° C. y peso del vapor, unas cinco veces el del aire.

El ortodiclorobenceno quema con dificultad y arde con una flama fuliginosa. En muchas circunstancias está libre de los peligros de fuego y de explosión.

Es venenoso para las personas. Debe evitarse la aspiración prolongada de sus vapores. Puede ser absorbido por la piel. Si se derrama sobre la persona, la ropa húmeda se debe quitar inmediatamente y la parte afectada lavarse con agua y jabón.

Daña a las plantas en crecimiento. Se usa principalmente para tratar troncos o árboles infestados de escarabajos barrenadores, como el escarabajo ponderoso negro y el escarabajo del abeto de Engelman. Por lo general esos árboles están muertos o moribundos. El insecticida se aplica para evitar la propagación de los escarabajos a los árboles sanos. Durante la Segunda Guerra Mundial se usó como larvicida de las moscas, regularmente diluido con aceite combustible, para tratar los pozos de letrinas y los cadáveres.

El paradiclorobenceno o 1,4-diclorobenceno ($C_6H_4Cl_2$) es un compuesto blanco cristalino a temperaturas ordinarias. Tiene un olor característico que no es desagradable en bajas concentraciones. Otras propiedades: punto de ebullición, 173° C.; punto de fusión, 53° C.; peso específico, 1.4581 20/°4° C.; presión del vapor, 0.64 milímetros a 20° C., y peso del vapor, aproximadamente cinco veces el del aire.

En la mayoría de las condiciones de uso el paradiclorobenceno no tiene peligro de fuego o explosión.

Es dañoso para los humanos. Debe evitarse respirar prolongadamente sus vapores. A concentraciones altas produce escozor en los ojos y algo de irritación en la garganta.

En grandes cantidades se usa contra muchas especies, muy especialmente contra el barrenador del duraznero. Se coloca en un surco poco profundo alrededor del tronco del árbol a una distancia de 5 centímetros y después se cubre con tierra. Como fumigante casero, particularmente para las polillas de la ropa, puede esparcirse sobre los entrepaños o anaqueles, o colgarse en pequeñas bolsas de tela de los ganchos de los guardarropas. Esto permite que los vapores pesados se distribuyan bien en el guardarropa cuando se cierra la puerta, mejor que si los cristales se esparcen por el suelo. Se puede desparramar sobre y bajo las alfombras, bajo los cojines de los muebles y en los cajones que se usan para guardar cobertores y otras prendas de lana. Durante 24 horas no debe circular aire en el lugar que se está fumigando. Es necesario airear completamente las viviendas antes de usarlas. Las llamas vivas deben mantenerse alejadas.

El dibromuro de etileno o 1-2-dibromoetano (CH_2BrCH_2Br) es un líquido sin color a temperaturas ordinarias. Tiene un olor agudo parecido al del cloroformo. Otras propiedades: punto de ebullición, 131.6° C.; punto de fusión, 10° C.; peso específico, 2.1701 25°/4° C., y peso del vapor, unas 6.5 veces el del aire.

El dibromuro de etileno no tiene ni punto de inflamación ni punto de combustión. No hay peligro de fuego ni de explosión. Es muy tóxico para el hombre. Debe evitarse respirar sus vapores por períodos prolongados aun a bajas concen-

traciones. Puede absorberse por la piel. Se deben quitar inmediatamente las ropas donde haya caído. Las partes del cuerpo contaminadas deben lavarse con agua y jabón. Entre los síntomas de envenenamiento se cuentan dolor de cabeza y náuseas. Varias horas después de una exposición prolongada pueden presentarse la inconsciencia o la muerte. Del contacto de la piel con el líquido puede resultar enrojecimiento o ampollas.

Se usa para controlar muchos insectos. Es eficaz contra los nemátodos, la larva del escarabajo japonés, las larvas de elatéridos y otras especies de insectos que habitan el suelo. Puede diluirse con petróleo ligero o xileno e inyectarse en el suelo con los mismos métodos que se describieron anteriormente para la mezcla de D-D. Para otros propósitos, como el control del escarabajo japonés, cuando estos métodos no son prácticos, se emulsiona con agua y se aplica a la superficie del suelo o se bañan con una solución acuosa diluida en los cepellones de las plantas infestadas.

El dibromuro de etileno es tóxico para muchas plantas, y los suelos que se tratan con él deben airearse antes de sembrar.

Es eficaz contra más de 50 especies de insectos que infestan los granos almacenados o molinos de granos. Cuando se usa con este fin por lo general se le mezcla con otros líquidos, como el dicloruro de etileno, el tetracloruro de carbono, el bisulfuro de carbono o el cloruro de metileno. Las soluciones se rocían encima del grano en los silos, que deben tener cubiertas bien ajustadas. En los molinos de granos las soluciones se asperjan o se vierten en varias partes de la maquinaria y se salpican en los interiores de los silos vacíos.

El dicloruro de etileno o 1,2-dicloroetano (CH_2ClCH_2Cl) es un líquido incoloro a temperaturas ordinarias. Tiene un olor parecido al del cloroformo. Otras propiedades: punto de ebullición, 83.7° C.; punto de fusión, —35.3° C.; peso específico, 1.257 20°/4° C.; presión de vapor, de 62.9 milímetros a 20° C. Sus vapores son unas 35 veces más pesados que el aire.

El dicloruro de etileno soporta con dificultad la combustión y arde con llama que produce humo. En muchas condiciones no es peligrosamente explosivo. Son inflamables las mezclas con aire del 6 al 16 por ciento. Por lo general se mezcla con 3 volúmenes de tetracloruro de carbono para eliminar esos peligros.

Es tóxico para el hombre. Se debe evitar respirar sus vapores en forma prolongada. Algunos de los síntomas de envenenamiento son vértigo, dolor de cabeza o náuseas. La exposición a concentraciones altas puede producir la inconsciencia y la muerte.

Se emplea ampliamente para el control de muchas especies de insectos, por lo general mezclado con otros fumigantes, como se dijo anteriormente. Es un fumigante eficaz para usos generales en edificios y en bodegas, donde se evapora en vasijas poco profundas, colocadas con preferencia en lugares elevados en los espacios cerrados. La evaporación se puede activar con calor eléctrico o lanzando una corriente de aire sobre el líquido. A menudo se rocía sobre las superficies de los granos que se encuentran en silos. Los granos y semillas pueden fumigarse así con poco peligro para la germinación. Los productos alimenticios, especialmente los que poseen un contenido grande de grasa, pueden conservar un sabor y olor desagradables después de la fumigación.

Como fumigantes del suelo se usan emulsiones de dicloruro de etileno. Para el barrenador del duraznero se vierte una emulsión en el suelo cerca del árbol (pero sin tocarlo) y se cubre con tierra. La dosis y la concentración se regulan de acuerdo con la edad del árbol. Se usan soluciones de agua para combatir la larva del escarabajo japonés; los cepellones de plantas infestadas se sumergen en la solución, o se vierte sobre la tierra de las plantas en maceta.

El dicloruro de etileno es tóxico para ciertas plantas. El grado de toxicidad

parece que está relacionado con la especie de planta y con el tipo y contenido de humedad del suelo.

EL ÓXIDO DE ETILENO o 1,2-epoxietano ($[CH_2]O_2$) es un gas a temperaturas ordinarias. Tiene un olor suave a concentraciones bajas y más perceptible cuando la concentración aumenta. Otras propiedades: punto de ebullición, 10.7° C.; punto de fusión, —111.3° C.; peso específico, 0.887 7°/4° C.; presión de vapor, 760 milímetros a 10.7° C., y peso de vapor, unas 1.5 veces el del aire.

Los vapores de óxido de etileno son inflamables y a concentraciones de 3 a 80 por ciento pueden formar mezclas explosivas con el aire. Para reducir estos peligros generalmente se mezcla con bióxido de carbono antes de la aplicación o con hielo seco en el momento de aplicarlo. Una mezcla comercial que contenga óxido de etileno en la proporción de 1 kilogramo a 9 kilogramos de bióxido de carbono se vende en cilindros de metal.

El óxido de etileno puede dañar a la gente. Debe evitarse la aspiración prolongada de sus vapores. Es difícil apreciar sus efectos a concentraciones reducidas. Las concentraciones altas causan irritaciones severas en los ojos, nariz y garganta, y de esa exposición pueden resultar daños serios.

Es muy eficaz para destruir la vida insectil en muchas clases de productos almacenados, especialmente cereales empacados, arroz en bolsas, tabaco, ropa y pieles en bodega. Es ideal para estos fines porque es muy eficaz y no deja olor, sabor ni residuo deletéreo en los productos fumigados. Puede, sin embargo, dañar alimentos como las nueces y frutas secas, y frutas frescas como frambuesas, zarzamoras y plátanos. Puede reducir la germinación de los granos y otras semillas. No afecta la calidad de molienda de los granos.

Otro uso importante es fumigar documentos históricos en el Edificio de Archivos Federales en Washington. A menudo se emplea mejor en cámaras de fumigación al vacío, o se puede soltar de cilindros, o mezclado con hielo seco, para formar una pintura que se le añade a los granos a medida que se llena el silo o la troje.

Se usa también para destruir moho, hongos y otra vida vegetal en especias.

EL ÁCIDO CIANHÍDRICO o cianuro de hidrógeno (HCN) es un gas sin color a temperaturas ambientes. Para la mayoría de la gente tiene un olor fuerte, característico, parecido al de almendras amargas, pero algunas personas no lo perciben. Otras propiedades: punto de ebullición, 26° C.; punto de fusión —14° C.; peso específico, 0.697 18°/4° C.; presión de vapor, 610 milímetros a 20° C. Sus vapores son un poco más ligeros que el aire.

El ácido cianhídrico es inflamable. Forma mezclas explosivas con el aire a concentraciones entre 5.6 y 40 por ciento; pero en las fumigaciones existe poco peligro de explosión en presencia de chispas debido a que se usa en concentraciones muy bajas.

Es muy tóxico para el hombre y de uso muy peligroso.

Puede entrar en el organismo por la respiración o absorbido por la piel. En consecuencia, los fumigadores deben usar máscaras de gas eficaces y ropa apropiada para protegerse. Las personas inexpertas no deben intentar usarlo. Su acción es tan rápida, que uno no puede advertir síntomas admonitorios antes de quedar inconsciente o que sobrevenga la muerte. Se une con la hemoglobina de la sangre y evita que los tejidos absorban el oxígeno transportado a ellos.

A pesar de los peligros, el ácido cianhídrico se usa mucho. Para ciertos propósitos se saca a medida de cilindros con la ayuda de aire a presión. En otros se genera por adición de sus sales de potasio o sodio a una mezcla de ácido sulfúrico y agua. Para usos especiales se empaca con un absorbente tal como

tierra diatomácea o fieltro. El gas se pone en libertad al distribuir el absorbente en el lugar que se va a fumigar. También se libera al esparcir cianuro de calcio granulado en presencia de aire húmedo.

Su primer uso importante como fumigante se ideó en California en la década de los ochentas del siglo pasado para controlar los insectos escama de los árboles de cítricos. Al principio se generaba el gas bajo una tienda que cubría el árbol. El ácido cianhídrico líquido, que se utilizó después, llegó a ser la fuente más importante del fumigante. El método se puede usar sin daños serios para los árboles en las partes más secas de California, pero no ha dado resultado en regiones más húmedas, como Florida y Louisiana.

Se ha usado durante mucho tiempo como fumigante para las plantas en los invernaderos. Estas fumigaciones, y las de los árboles de cítricos, se hacen por la noche para reducir el riesgo de dañar a las plantas; durante las horas con luz del día las plantas absorben el gas más rápidamente. Cuando se fumigan las plantas deben estar secas, o el gas se disolverá en la humedad de la planta y puede causarle daños.

Las casas, los almacenes, los molinos harineros, los sótanos de almacenamiento y los barcos se fumigan a veces con ácido cianhídrico para destruir los insectos. Es muy importante que todo se airee antes que entre alguien en esos lugares. Los colchones, las almohadas y cosas análogas necesitan una larga aireación. Es absorbido tan rápidamente, que no puede penetrar completamente en grandes montones de cereales molidos. Se han fumigado con ácido cianhídrico frutas frescas y hortalizas, frutas secas, granos, harina y otros productos alimenticios. La mayoría de los que tienen corteza o piel dura no absorben cantidades peligrosas del fumigante. Otros, como las hortalizas verdes, las patatas inmaduras o los plátanos, pueden recibir graves daños. Después de la aireación, no se consideran peligrosas para el hombre las cantidades absorbidas de las concentraciones de fumigación y de las exposiciones ordinarias.

El bromuro de metilo o bromometano (CH_3Br) es un gas incoloro a temperaturas ordinarias. Casi no tiene olor. Su punto de ebullición es 4.6° C.; el punto de fusión, —93° C.; e lpeso específico, 1.732 0°/0° C., y la presión de vapor, 760 milímetros a 4.6°C. Sus vapores son unas 3.3 veces más pesados que el aire.

No es inflamable. Los vapores mezclados con aire no arden en presencia de una llama. Por esta razón es útil como extintor del fuego. Se pueden crear condiciones específicas para provocar la ignición por medio de una chispa eléctrica intensa, pero éstas no se presentan durante las fumigaciones ordinarias.

El bromuro de metilo es tóxico para el hombre. Debe evitarse respirar prolongadamente sus vapores. La ausencia de un olor que avise lo hace especialmente peligroso. El envenenamiento, que puede no hacerse manifiesto sino unas horas o un día después de la exposición, puede ser resultado de aspirar sus vapores. Siempre que sea posible la exposición, se debe usar una máscara. En los casos moderados los síntomas son perturbaciones del equilibrio, visión doble, dolor de cabeza y vértigo. En casos agudos se presentan delirio, pérdida de la conciencia, convulsiones y a veces la muerte.

Su uso como fumigante aumentó rápidamente desde 1932, cuando se dio a conocer por primera vez su utilidad. Sus muchas ventajas lo hacen uno de los fumigantes más usados.

Es muy tóxico para muchas clases de insectos en todas las etapas de desarrollo. Es estable químicamente, sólo ligeramente soluble en agua y (en las concentraciones requeridas) no tiene efectos deletéreos sobre los tejidos de la mayor parte de las plantas. No comunica olor ni sabor desagradables a los productos alimenticios y no suele dejar residuos peligrosos. Es cómodo de manejar, porque

se licúa fácilmente y sin embargo se vaporiza a temperaturas que se encuentran al fumigar.

La acción del bromuro de metilo sobre los insectos puede ser lenta. Ciertas especies, como las larvas del escarabajo japonés, pueden mostrar pocos indicios de ser afectados después de la fumigación; la muerte puede ocurrir después, al cabo de una semana o más. Con otros fumigantes, como el ácido cianhídrico, la muerte ocurre por lo general durante la fumigación o un poco después, o se recobra el insecto aparentemente muerto.

Algunos usos importantes del bromuro de metilo son la fumigación de almacenes, molinos harineros, barcos y viviendas, y harina, granos, semillas, frutas, hortalizas, tabaco y bulbos en bodegas, silos, tanques y vagones de ferrocarril. También es muy eficaz como fumigante del suelo; a menudo se utiliza para tratar plantas de vivero infestadas de ciertos insectos contra los que se han establecido cuarentenas. Además, se usa para librar de varias especies de insectos a muchas variedades de plantas de tiestos de los invernaderos.

No todas las plantas y hortalizas toleran la fumigación con bromuro de metilo. Unas cuantas variedades de azaleas y de plantas siempre verdes están expuestas a sufrir daños. Puede retrasarse la maduración de los tomates y echarse a perder las batatas.

LA NAFTALINA ($C_{10}H_8$) ES UN COMPUESTO blanco cristalino a temperaturas ordinarias. Tiene un olor fuerte característico. Otras propiedades: punto de fusión, 80.22° C.; punto de ebullición, 217.9° C.; densidad, 1.145; presión del vapor, 0.08 milímetros a 20° C. Sus vapores son unas 4.4 veces más pesados que el aire.

Sus vapores arden con llama luminosa pero humeante. Es uno de los fumigantes más seguros por lo que se refiere a peligro de explosión. Debido a que las mezclas específicas de sus vapores con el aire pueden inflamarse, no se debe usar cerca de llamas vivas.

En las condiciones ordinarias de fumigación, la naftalina no es peligrosa para el hombre. Su olor fuerte a concentraciones altas y el efecto irritante de sus vapores en los ojos y la nariz son un buen aviso para evitar la aspiración de cantidades dañinas. La prolongada inhalación de sus vapores puede causar un estado delirante. Si los cristales se tragan, entre los síntomas se cuentan vómito excesivo, diarrea y grandes dolores abdominales, seguidos de nefritis.

El uso principal de la naftalina como fumigante es para la protección de géneros de lana y pieles, y se conoce comúnmente en forma de bolas o escamas para la polilla. En lugar de ella se usa a menudo paradiclorobenceno en forma de pastel o cristales.

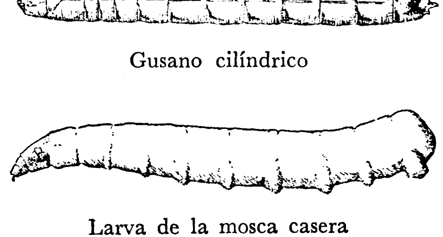
Se ha usado poco como un fumigante del suelo para combatir las larvas de elatéridos o de ciertas especies de insectos, como las del escarabajo japonés. Entre los fumigantes más nuevos y eficaces se cuentan el dibromuro de etileno y el bromuro de metilo.

LA NICOTINA o 1-metil-2-(3-piridil)pirolidina ($C_{10}H_{14}N_2$) es el alcaloide principal del tabaco. Es un líquido aceitoso e incoloro. Cuando es puro casi no tiene olor, pero en reposo tiene un olor parecido al del tabaco y rápidamente se torna pardo cuando se expone al aire. Otras propiedades: punto de ebullición, 247,3° C.; punto de fusión, por debajo de —80° C.; peso específico, 1.00093 20°/4° C.; presión de vapor, 0.08 milímetros a 20° C. y 7.00 milímetros a 100° C. Sus vapores son unas 5.6 veces más pesados que el aire.

Por lo que se refiere al peligro de fuego y de explosión, la nicotina es uno de los fumigantes más seguros. Únicamente se necesitan 0.04 libras de ellas para saturar 1,000 pies cúbicos de aire a 20° C. Para matar ciertos insectos se necesitan

concentraciones mucho menores. Es inflamable, por lo que conviene usarlo lejos de llamas vivas.

La nicotina es uno de los venenos más virulentos conocidos por el hombre. La ingestión de cantidades muy pequeñas puede acarrear un invenenamiento grave o mortal, así como su absorción por la piel o la inspiración de sus vapores. Su olor fuerte, muy irritante para la nariz, da aviso de su presencia durante las fumigaciones. Si se derrama sobre la piel, debe lavarse ésta inmediatamente. Produce contracción de los vasos sanguíneos con aumento marcado en la presión de la sangre, seguido, después de dosis grandes, de dilatación vascular y caída de la presión. La velocidad de las pulsaciones se reduce primero y después se hace rápida.



Gusano cilíndrico

Larva de la mosca casera

El uso principal de la nicotina como fumigante es para combatir insectos en los invernaderos. Hacia 1825 se usó por primera vez con este propósito, quemando tabaco en lugares cerrados. Posteriormente se volatilizó de soluciones acuosas, o se calentó el alcaloide y los vapores se distribuían por medio de un ventilador. Los aerosoles de nicotina han sido muy eficaces. La eficiencia de la nicotina en aspersiones y espolvoreos a los árboles y otras plantas quizá se debe en parte a la fumigación y en parte a la ingestión o la absorción.

El bióxido de azufre (SO_2) es un gas incoloro a las temperaturas ordinarias. Tiene un olor fuerte característico. Su punto de ebullición es —10° C.; su punto de fusión, —72.7° C., y su densidad líquida de 1.434. Es unas 2.2 veces más pesado que el aire.

No es inflamable y se puede usar sin peligro de fuego o explosión.

Es muy tóxico para el hombre, pero sus vapores a concentraciones bajas son tan irritantes para los ojos, nariz y garganta que es raro el envenenamiento agudo. A concentraciones altas lo absorben las superficies húmedas del conducto respiratorio y produce inflamación e hinchazón. Las personas no suelen resistir una permanencia suficientemente prolongada en un lugar que se está fumigando con bióxido de azufre para recibir una dosis tóxica.

Es uno de los fumigantes que primero se conocieron, pero lo han reemplazado otros en gran proporción. Es soluble en agua, formando ácido sulfuroso, que es corrosivo, y es un blanqueador poderoso. Si hay humedad, puede deslustrar los metales y causar daño al papel de las paredes y a tejidos de color. En clima seco o húmedo es tóxico para muchos insectos. Por mucho tiempo se ha usado como fumigante casero o de otros lugares donde no son de importancia los peligros mencionados o son preferibles a la presencia de los insectos. Es un fumigante práctico para los vagones refrigeradores en que se transporta fruta fresca. Puede esparcirse en lugares cerrados quemando azufre o soltándolo de cilindros comerciales.

El bióxido de azufre daña a las plantas de cultivo, a muchas clases de frutas y hortalizas y al trigo y la harina para hacer pan. Afecta adversamente la germinación de las semillas.

Otros fumigantes que se usan en cantidades limitadas para resolver problemas de control de insectos específicos son el acrilonitrilo, el 1,1-dicloro-1-nitroetano, el 1,1-dicloro-1-nitropropano, el formiato de etilo, el cloruro metalí-

lico, el cloruro de metileno, el formiato de metilo, el dicloruro de propileno y el tetracloroetano.

ROBERT D. CHISHOLM *es el químico encargado del laboratorio Moorestown, Nueva Jersey, de la Sección de investigaciones de insecticidas, Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal.*

Fumigación de suelos y plantas

Randall Latta y M. C. Lane

LOS FUMIGANTES difieren de otros tipos de insecticidas en que los vapores deben ser confinados de manera que el insecto esté expuesto a una concentración considerable durante algún tiempo. La duración de la exposición y la fuerza de la concentración están relacionadas entre sí: a mayor concentración, más breve es la exposición mortal; a concentración menor, mayor es el tiempo de exposición.

Por esta razón los fumigantes no se adaptan bien a controlar los insectos de cultivos en crecimiento. Pero a menudo son el único medio eficaz para tratar las mercancías vegetales cuando el insecto se encuentra protegido dentro de las semillas, la pulpa o los tallos, o en el suelo alrededor de las raíces, y cuando el tratamiento pueda ser eficaz en unas horas, de suerte que la mercancía se halle en condiciones de llevarla al mercado.

Los fumigantes sirven a tres propósitos generales: para tratar cultivos en crecimiento, para destruir los insectos del suelo y para tratar mercancías vegetales.

Un ejemplo del uso de un fumigante sobre un cultivo en crecimiento es el tratamiento de los cítricos para controlar los insectos escama y otras plagas de esos árboles. Para este propósito se ha utilizado por mucho tiempo el gas ácido cianhídrico HCN. Las hileras de árboles se cubren con tiendas. La dosis, proporcionada al tamaño del árbol, se inyecta o se sopla por debajo de la orilla de cada tienda en la hilera, y los árboles quedan expuestos a los vapores por una hora. Las tiendas se llevan a la siguiente hilera de árboles y se repite la operación. La fumigación se hace cuando no hay viento, por lo general en las últimas horas de la tarde. Este método se ha adoptado para combatir la escama Hall, un insecto de los árboles de frutas de hueso.

La fumigación de plantas cultivadas en invernaderos y criaderos de hongos cultivados es una práctica vieja. A menudo se usa HCN despedido por cianuro de calcio granulado, y gas despedido por compuestos de nicotina calentados, quemados o untados sobre tubos de agua caliente. Muchos otros fumigantes se han ensayado, pero ninguno ha tenido tanta aceptación como los mencionados.

Los insecticidas fosfatados orgánicos —tales como el tetrafosfato de hexaetilo (HETP), el pirofosfato de tetraetilo (TEPP), el ditiopirofosfato de tetraetilo y el paratión, y otros materiales orgánicos, como el lindano, se pueden aplicar como aerosoles en los invernaderos para conseguir un efecto combinado de contacto y de fumigación. Los vapores de estos materiales son tóxicos para los insectos en concentraciones extremadamente bajas.

LOS VAPORES DE LOS FUMIGANTES puede retenerlos el suelo durante mucho tiempo y pueden ser muy tóxicos para los insectos y otros organismos que viven

allí. Probablemente fue el bisulfuro de carbono el primero de estos fumigantes que tuvo un uso muy amplio. Se utilizó para matar a la filoxera de la vid, piojo de la raíz que era una amenaza para la industria de la uva y del vino en Francia. En 1891 se probó el producto químico para combatir las larvas de elatéridos en los Estados Unidos y se recomendaba para utilizarlo contra varios insectos del suelo hasta fechas recientes. El paradiclorobenceno (aplicado al suelo en forma cristalina alrededor de los troncos de los árboles para controlar el horadador del durazno) y las escamas de naftalina (aplicadas a la superficie del suelo para las larvas de elatéridos) fueron otros de los primeros fumigantes de la tierra. El cloropicrín, el cianuro de calcio y muchos otros fumigantes se han usado en un esfuerzo para controlar los insectos del suelo y los nemátodos. La mayoría eran muy costosos y difíciles de aplicar para ser prácticos en grande escala en el campo. Todos tienen uso limitado en los invernaderos y almácigos.

A causa de que los daños causados por las larvas de elatéridos, los sinfílidos y los nemátodos son muy grandes, se han probado muchos fumigantes para usarlos en el suelo. En algunos años, los daños de las larvas de elatéridos en las cosechas de patatas sólo del Noroeste causaron pérdidas por 4 millones de dólares a los agricultores. Las plagas del suelo han causado pérdidas en las cosechas de frijoles lima por varios millones de dólares anuales durante muchos años en California. Es probable que los daños a otras cosechas hayan sido proporcionalmente tan grandes.

A fines de la década de los treintas y principios de la de los cuarentas se intensificó la investigación para obtener mejores fumigantes. Salieron al mercado muchos productos químicos orgánicos nuevos. Uno, mezcla de dos productos químicos, el dicloropropano y el dicloropropileno, conocido como D-D, se utilizó en 1943 contra las chinches harinosas de la anana, en Hawaii y se averiguó que era un poderoso agente contra las chinches harinosas y los nemátodos. Pruebas posteriores realizadas en California demostraron su eficacia contra las larvas de elatéridos. Otro material, el dicloronitroetano, resultó más eficaz y adecuado cuando las temperaturas del suelo eran bajas.

Se encontró que el dibromuro de etileno es un fumigante eficaz y económico para las larvas de elatéridos.

El interés cada vez mayor por la fumigación del suelo llevó al mejoramiento en los procedimientos de prueba. Hasta hace poco tiempo sólo se probaban los fumigantes que habían dado buen resultado para la fumigación de granos o de casas, y se seguían casi los mismos métodos de prueba. Después los investigadores principiaron a probar fumigantes en presencia del suelo en vez de exponer a los insectos únicamente. Los experimentos más recientes descubrieron que se necesitaba más fumigante cuando se aplicaba al suelo, y que debe ser lo suficientemente activo para moverse libremente en éste sin que lo absorba en cantidad excesiva.

Los físicos del suelo han investigado el movimiento de los gases en el mismo. Algo de su trabajo se puede aplicar a la fumigación del suelo. Los científicos están de acuerdo en que los gases entran y salen y se mueven en la masa del suelo por difusión. La difusión es lenta, especialmente en suelos compactos.

Los experimentos revelaron que el dicloronitroetano se desplazaba en suelos compactos unos 61 centímetros en 16 días, o a una velocidad media de 3.8 centímetros por día. Cuando la tierra está suelta aumenta la velocidad; el movimiento depende de la cantidad de espacios de aire libre. El gradeo, el apisonado con rodillo o cualquier otra cosa que reduzca los espacios de aire libre reducen la velocidad de difusión. Cuando se ara y escasifica, operaciones que sueltan el suelo, aumenta la velocidad de difusión. También influye en la difusión la cantidad de agua en el suelo, a medida que el agua llena los espacios de aire y reduce el movimiento de los gases. Experimentos hechos en 1949 mostraron que para

conseguir un control eficaz había que aplicar al suelo una cantidad de fumigante de 10 a 30 veces mayor que la que en realidad se necesita para matar las larvas de elatéridos; ese gran exceso de fumigante es absorbido por el suelo o se escapa al aire.

Los mejores y más usados fumigantes del suelo son el dibromuro de etileno y una mezcla de dicloropropano y dicloropropileno. Los dos se han usado con éxito contra las larvas de elatéridos y los nemátodos.

El bromuro de etileno, líquido pesado de evaporación reducida, se mueve lentamente en el suelo. También es baja su velocidad de escape de la superficie. Se puede usar en suelo suelto para aumentar la velocidad de difusión. Es conveniente alguna clase de obturación del suelo (como la que proporciona el paso ligero de un rodillo o el gradeo con una rastra de picos). Tiene aproximadamente la misma eficiencia en suelos fríos, casi helados, que en suelos calientes. No le afecta mucho la humedad del suelo siempre que éste no esté saturado de agua. Las larvas de elatéridos comunes en el Noroeste se controlan con una dosis de 8 litros, aproximadamente, de dibromuro de etileno para media hectárea. En realidad, esa cantidad se diluye en un aceite ligero altamente refinado, como un aclarador de pintura *(thinner)*, porque el equipo de que se dispone no mide ni aplica fácilmente menos de 46 a 62 litros por hectárea. Para combatir los nemátodos se necesitan dosis más grandes.

La mezcla dicloropropano-dicloropropileno, también líquida, es mucho más ligera que el dibromuro de etileno y no tan tóxica para los insectos. Se necesitan cerca de 200 litros por hectárea para controlar las larvas de elatéridos del Noroeste. Es mucho más volátil que el dibromuro de etileno, y después de aplicado al suelo debe prensarse la superficie con una grada o un rodillo. Ninguno de los dos fumigantes se debe usar en suelos saturados. Hay que dejar pasar una semana o 10 días para que penetren en el suelo y maten a los insectos. Posteriormente, si persiste el olor fuerte del fumigante en el suelo, se debe abrir éste pasando la escarificadora de discos o la rastra de dientes para que escape el fumigante.

Con estos fumigantes nuevos y más prácticos ha venido el perfeccionamiento de la maquinaria para aplicarlos. Las viejas máquinas inyectoras operadas a mano que cubrían un solo surco no resultaban prácticas para las grandes extensiones que necesitaban tratamiento tanto en los Estados del Oeste como en Hawaii.

Las numerosas y diferentes máquinas que se han usado eran en su mayor parte de los tipos de inyección mecánica o alimentadas por gravedad. Para grandes extensiones eran satisfactorios los tipos de remolque con tractor. Pueden cubrir de 5 a 20 hectáreas en un día. El fumigante líquido se suelta dentro del suelo a presión por tubos conectados detrás de los astiles escoplos para rasgar el suelo montados en las barras de tracción, en tal forma que el fumigante se inyecta a la profundidad más conveniente para penetración máxima. Por lo general los astiles escoplos distan entre sí unos 30 centímetros, y una máquina puede llevar de 5 a 14, de acuerdo con la potencia disponible para empujarlas enterradas en el suelo. Algunos de los inconvenientes de las máquinas de inyección son su elevado costo, su incapacidad para hacer buen trabajo, salvo en una capa de suelo preparada, y el rápido escape del gas por las aperturas que dejan los astiles escoplos. Desde 1945 se han tratado miles de hectáreas con las máquinas empleando D-D y dibromuro de etileno.

Los aplicadores alimentados por gravedad son más convenientes para los agricultores que tienen granjas pequeñas. Llamados también aplicadores de arado se pueden construir en la granja con un tanque de gasolina de segunda mano, unos tubos de cobre de un cuarto de pulgada y una válvula o dos conectadas a un tractor o arado común. El fumigante se descarga por gravedad un poco

delante de la reja o rejas encima del suelo, donde lo cubre inmediatamente la tierra del surco siguiente. Las válvulas de aguja regulan la corriente de acuerdo con la velocidad del tractor y la amplitud del surco. El costo del equipo es reducido. El suelo no necesita ser preparado antes de realizar esta operación. Si la superficie del suelo es rastrillada muy poco después de arada, los vapores tóxicos son retenidos por el suelo el tiempo suficiente para dar la difusión más eficaz del fumigante.

El lindano y el paratión son eficaces para tratar el suelo y destruir los insectos en los invernaderos y viveros de plantas donde éstas se encuentran en desarrollo. Pequeñas cantidades de material aplicadas al suelo en las bancadas de los invernaderos bastan para controlar los sinfílidos. El efecto es una combinación de contacto y fumigación.

Los funcionarios que imponen las cuarentenas vegetales están interesados en la fumigación del suelo que libre zonas restringidas de un insecto particular, en tal forma que las plantas puedan desarrollarse o almacenarse sin peligro de infestación y subsiguiente propagación de la plaga.

Para las cuarentenas del escarabajo japonés se han perfeccionado varios métodos. Uno es la fumigación con bisulfuro de carbono bajo cubiertas de papel o lienzo alquitranados inyectado en agujeros a distancia de 30 centímetros entre sí. Otro es la aspersión con una solución de agua y bromuro de metilo o una mezcla de dibromuro de etileno y dicloruro de etileno sobre la superficie del suelo.

Un tercero es el tratamiento de la tierra que forma el cepellón de una planta de vivero envuelta en harpillera. Antes de extraer la planta se aplica alrededor de ella en el surco del vivero una cantidad de emulsiones o soluciones que contengan bisulfuro de carbono, bromuro de metilo o una mezcla de dibromuro de etileno y dicloruro de etileno. Una variante del método es humedecer el suelo o el cepellón donde se encuentran las raíces de las plantas de vivero con emulsiones o soluciones de bisulfuro de carbono, dicloruro de etileno, una mezcla de dibromuro de etileno y dicloruro de etileno o de un fumigante y un insecticida de contacto, como dibromuro de etileno y clordano.

El escarabajo de franjas blancas, objeto de otra cuarentena, es más resistente que el escarabajo japonés en la etapa joven o de larva. Las fumigaciones bajo papel alquitranado de las zonas de suelo libres de plantas con bromuro de metilo son eficaces para destruir la larva. Se usa solo o disuelto en un disolvente orgánico como el dicloruro de etileno, y se inyecta en el suelo a intervalos espaciados. Pero las diversas emulsiones o soluciones que se usan alrededor de las plantas o como baños para los tratamientos del escarabajo japonés no las toleran las plantas de vivero a las concentraciones más altas necesarias para matar los escarabajos de franjas blancas.

La incorporación de insecticidas estables como el DDT y el clordano en el suelo de vivero ha dado buenos resultados y evita mucho la necesidad de fumigar el suelo en relación con las medidas de cuarentena vegetal.

En el cumplimiento de las cuarentenas es igualmente importante la fumigación de la tierra de los tiestos. Para ello se usan frecuentemente bisulfuro de carbono, cloropicrín y bromuro de metilo.

Bajo el reglamento que se aplica a los productos vegetales importados en los Estados Unidos se utiliza mucho la fumigación de arbustos, árboles, bulbos, raíces, tubérculos, flores cortadas, semillas, productos restringidos de frutas y vegetales, subproductos del algodón y sorgo común.

En el resumen que insertamos en la página 386 de material importado tratado en 1949 y 1950, la mayor parte por fumigación, se indica el alcance de esta fumigación.

Debido a las infestaciones de babosas vivas gigantes africanas, se fumigaron hasta los barcos de carga de chatarra de acero procedentes de las islas del Pacífico del Sur.

En 1918 los inspectores de cuarentenas principiaron a fumigar los vagones de los ferrocarriles norteamericanos que regresaban de México. Muchos de los vagones se usaban en México para transportar semilla de algodón u otros productos de dicha planta, contaminándose con semilla de algodón mexicana que podía contener larvas vivas del gusano rosado de la cápsula. En seis puntos de la frontera se instalaron grandes casas para la fumigación con capacidad para 2 y hasta 20 vagones de carga. La más grande tenía una extensión de más de 5,600 metros cúbicos y se necesitaban de 40 a 60 kilogramos de ácido cianhídrico líquido para una fumigación. La práctica se suspendió en 1949, excepto para casos especiales, debido a que las precauciones que se tomaron en México redujo a un punto mínimo la probabilidad de contaminación de los vagones con semilla de algodón infestada.

Las fumigaciones se usan también en cuarentenas de varias plantas domésticas. De acuerdo con los reglamentos de cuarentena para el escarabajo japonés la práctica preferida durante muchos años fue la fumigación con bromuro de metilo de las frutas y hortalizas para eliminar los adultos vivos. En la década de los cuarenta se trataron anualmente 5,000 carros de carga. Desde entonces el polvo de DDT ha sustituido en parte a esas fumigaciones. También se fumigaron de 1 a 2 millones de plantas de vivero. En las cuarentenas para el escarabajo de franjas blancas se practicó desde 1939 la fumigación de las plantas de vivero en cepellón. La fumigación también se usa para tratar las patatas blancas, la paja de cacahuate y la semilla de altramuz. Para combatir el gorgojo de la batata fue necesaria la fumigación de las batatas de mesa que pasan de las zonas sometidas a cuarentena a otras zonas del Sur.

La fumigación con bromuro de metilo se ha adoptado para el tratamiento de árboles de Navidad y hortalizas cortados en localidades infestadas de polilla leonada. Destruye los racimos de huevos en latentes que se encuentran en las ramas. Anteriormente las hortalizas y los árboles tenían que inspeccionarse uno por uno.

MATERIALES FUMIGADOS IMPORTADOS EN DOS AÑOS

		1949	*1950*
Algodón en pluma, fibra de residuo de algodón desmotado y sacos	pacas	500,000	850,000
Torta y harina de semilla de algodón	kilos	18,160	4.233,096
Muestras de algodón	número	17,200	25,500
Frutas y hortalizas	cajas	8,400	60,000
Castañas, bulbos de cebolla y frijoles caján	envases	47,500	53,500
Sorgo común	pacas	36,200	350
Plantas, estacas, bulbos, raíces	unidades	2.585,500	4.510,000
	envases	5,000	7,264
Semillas	envases	1,500	67,300
	kilogramos	22,109	23,698
Productos misceláneos de plantas	lotes	21,500	19,000

La fumigación con bromuro de metilo se usa para tratar semilla de algodón como una alternativa para el tratamiento prolongado con calor. La semilla de algodón en sacos destinada a la plantación puede fumigarse en la forma usualmente practicada para la mayoría de las mercancías; pero la semilla de algodón a granel debe fumigarse forzando la circulación a fin de que se distribuya el fumigante. Para ello se inventó un dispositivo especial que se adapta a las prácticas normales del manejo de la semilla de algodón. Grandes tanques de acero,

con capacidad para 600 toneladas de semilla de algodón, tienen aventadores y un sistema de conductos que meten al fumigante entre la semilla a una profundidad de 12 metros. Los tanques se cargan y se descargan con transportadores mecánicos comúnmente usados en el manejo de la semilla de algodón. La fumigación se realiza también en los vagones de carga conectando un sistema portátil de circulación forzada que funciona fuera del carro a tubos flexibles fijados a nivel del suelo y del techo. En 1950 se fumigaron más de 73,000 toneladas de semilla de algodón en tanques de almacenamiento, y más de 300 carros cargados en un apartadero de ferrocarril. Esto no es más que una parte pequeña de la cantidad total de semilla de algodón tratada contra el gusano rosado; pero la fumigación es una alternativa valiosa del tratamiento por calor en las zonas de infestación recién descubiertas donde no se dispone de equipo para el tratamiento por calor.

Asimismo se usa la fumigación para tratar mercancías reglamentadas por las cuarentenas de plantas de varios Estados; algunos de éstos exigen la fumigación de las patatas blancas cultivadas en California debido al gusano del tubérculo de la patata. Miles de vagones de patatas se fumigan con bromuro de metilo, en cumplimiento de esas cuarentenas. California y Arizona exigen la fumigación de muchos materiales para la propagación de plantas como un requisito para entrar en esos Estados. Cuando California suprimió las restricciones sobre la fruta de agrios de Texas porque ya no había en este último Estado el cancro de los cítricos, se fumigaron muchos vagones de toronjas para destruir insectos de superficie tales como las escamas, para llenar otros requisitos de California. Hacia 1940, antes de que se encontrara la palomilla oriental de la fruta en los Estados de la Costa del Pacífico, a las plantas huéspedes de vivero que podían traer larvas que habían pasado el invierno se les permitía entrar a los Estados del Oeste si se fumigaban antes de embarcarse; entre los viveros del Medio Oeste y los productores de fruta del Oeste se desarrolló un comercio en grande escala. Cuando se descubrió el insecto en la costa del Oeste se fumigaron las frutas y las cajas de fruta antes de salir de las zonas locales de cuarentena a zonas no infestadas.

Cuando Hawaii se puso en cuarentena debido a la presencia de la mosca oriental de la fruta, se fumigaron dos productos para permitírseles llegar a los mercados de tierra firme. En 1949 y en 1950 se fumigaron millones de flores de orquídeas *Vanda;* investigaciones posteriores revelaron que la mosca de la fruta no podía terminar su ciclo de vida sobre las flores, aunque se encontraran en ellas tanto huevos como larvas jóvenes. Entonces se quitaron las restricciones. Las piñas se embarcan a los mercados de tierra firme después de la fumigación para destruir los huevos y las larvas de la mosca de la fruta adheridos a la cáscara de ésta o hincados en ella.

RANDALL LATTA *dirigió, de 1942 a 1951, un proyecto de investigación de tratamientos para las plantas y productos vegetales reglamentados por las cuarentenas vegetales, y en 1951 fue nombrado jefe de la Sección de investigaciones sobre insectos de los productos almacenados.*

M. C. LANE *está encargado de las investigaciones sobre los insectos que atacan a las hortalizas destinadas al mercado en el laboratorio de Walla Walla, Estado de Washington. Él y sus colaboradores han inventado métodos para librar al suelo de larvas de elatéridos usando fumigantes e insecticidas para la tierra.*

La fumigación de los comestibles almacenados

R. T. Cotton

Los fumigantes pueden atravesar masas grandes de alimentos almacenados y llegar a los insectos que trabajan por debajo de la superficie. Sus efectos son rápidos y eficaces contra todas las fases de los insectos, aun contra los que se ocultan dentro de los granos de un cereal. Su naturaleza volátil asegura la desaparición de residuos venenosos de los alimentos fumigados. Por lo general, el costo de la fumigación es reducido. Las sustancias son baratas. Bastan dosis pequeñas. Para su aplicación se necesita poco equipo. La fumigación se considera por lo general una medida curativa, pero es esencial en la mayoría de los programas para la prevención de los daños de los insectos en los alimentos almacenados. Disponemos de fumigantes para tratar cualquier tipo de productos alimenticios en la circunstancia que sea y por tiempo suficientemente largo para matar a los insectos en los lugares donde se encuentren.

Por estas razones los fumigantes son más importantes que cualquier otro agente o combinación de agentes para preservar los alimentos almacenados del daño de los insectos. Sin embargo, tienen ciertas desventajas.

Algunos productos alimenticios, especialmente los ricos en aceite, pueden retener olores desagradables de ciertos fumigantes, y otros quizá se afecten en forma adversa por las fumigaciones repetidas o las concentraciones excesivas. En determinadas circunstancias algunos fumigantes pueden reducir la viabilidad de las semillas. Pero si las mercancías están en buen estado, se puede confiar en que un fumigante u otro operen eficazmente sin afectarlas de modo importante.

Los granos, los cereales molidos, los forrajes, las frutas y carnes secas, los quesos, los huevos y leche en polvo, los frijoles, los chícharos, los garbanzos, las especies, el café y prácticamente todos los comestibles secos pueden fumigarse sin peligro y con eficacia.

Para una fumigación apropiada hay que conocer el fumigante o los fumigantes más adecuados para tratar cada tipo de mercancías en las diferentes condiciones de almacenaje que se puedan encontrar y la capacidad y limitaciones de los fumigantes más importantes.

Para que la fumigación dé buen resultado, el insecto debe quedar envuelto por el fumigante en una concentración lo suficientemente alta y por tiempo suficiente para producirle la muerte. Se necesitan técnicas especiales para cerrar bien los recintos y asegurar la distribución uniforme de los vapores. Si los recintos no están bien cerrados para retener los fumigantes, los comestibles deben tratarse en silos, bodegas atmosféricas o neumáticas, lanchones, cámaras de vacío, vagones de ferrocarril, bajo lienzos alquitranados o en paquetes sueltos. Con productos como granos al por mayor es posible fumigar con éxito grandes montones almacenados en edificios descuidadamente construidos debido a la capacidad de los granos para absorber y retener los vapores por períodos considerables.

La infestación del grano por los insectos puede principiar en el campo o poco después de almacenado en la granja. Como medida preventiva, es prudente fumigar el grano inmediatamente después de almacenado en zonas donde hay

infestación del campo, y dentro de un plazo de seis semanas en las otras zonas.

La tendencia de los granos en grueso a absorber los fumigantes hace posible tratarlos eficazmente aunque el depósito en que se almacenan no esté bien cerrado. La dosis de fumigante necesaria varía con el tipo de grano y con los cierres del depósito. En términos generales, los granos pequeños requieren dosis más pequeñas que el maíz, ya que retienen los vapores por períodos más largos por sus grandes propiedades de absorción y adsorción. Por otro lado, el tamaño menor y las propiedades aún mayores de absorción y adsorción del sorgo obstruyen la difusión uniforme de los fumigantes en el depósito cuando se aplican a la superficie, por lo que se necesitan dosis más grandes para tratar el sorgo que para cualquier otro grano.

Las bajas temperaturas, las capas de grano húmedo y la existencia de bolsas de impurezas en los depósitos de grano son factores que afectan en forma adversa la acción de los fumigantes. Por lo general, todos estos factores se toman en cuenta en el cálculo de las dosis necesarias.

Muchos fumigantes de patente que se encuentran en el mercado difieren poco en su composición de los que consignamos en la tabla insertada en la página 390. Se pueden usar en las dosis recomendadas para las mezclas a que más han de aproximarse.

Para obtener mejores resultados en la fumigación de granos en los depósitos de las granjas, la superficie del grano debe estar a un nivel y cuando menos 15 centímetros por debajo de la parte superior de las paredes laterales del depósito. Las aplicaciones deben hacerse a las horas más frescas del día y cuando no sople viento, debido a que los vientos fuertes y las temperaturas altas aceleran la evaporación y la pérdida de fumigante. Al aplicarlos, el operador debe cubrir la superficie del grano tan uniformemente como sea posible con un rocío grueso. Debe tratar el grano desde afuera del depósito para no exponerse a los vapores. En operaciones pequeñas se puede usar una bomba vertical con válvula en el émbolo o un rociador de mochila. Para operaciones más grandes es preferible un rociador mecánico. Es útil una bomba con accesorios de bronce, que no se afectan por el tetracloruro de carbono ni productos químicos similares, y que bombee el producto químico directamente desde el tambor. En todas las operaciones se debe usar una manguera de plástico u otro material que resista la acción del tetracloruro de carbono. Las arandelas también deben ser resistentes a esos productos químicos y otros similares.

La fumigación de granos almacenados en los elevadores es mucho más sencilla que en los depósitos de las granjas, debido a que los depósitos de los elevadores usualmente cierran mejor y se facilita la distribución del fumigante al introducirse éste en la corriente de grano cuando el mismo se pasa de un silo a otro.

Las dosis de fumigantes consignados en la tabla modificados para su uso en silos de acero, pueden emplearse para tratar grano en elevadores de acero o de concreto. Además de estos fumigantes, se puede usar cianuro de calcio a 5 kilogramos y cloropicrín a 1 kilogramo por 36,000 litros de grano. La dosis debe duplicarse en silos de elevadores de madera. Estas dosis matarán perfectamente a todos los insectos adultos, pero rara vez matarán a todas las fases inmaduras de los gorgojos que se crían dentro de los granos. Por esta razón se deben utilizar dosis un poco más fuertes para que la acción mortífera sea completa.

Por ser muchos los factores que afectan la eficacia de los fumigantes de granos no siempre se pueden predecir los resultados. Los granos que tienen un contenido alto de humedad, están fríos y contienen muchas impurezas, o han estado mucho tiempo sin ser volteados, son difíciles de fumigar y pueden necesitar dosis mucho más fuertes que las usadas normalmente.

En condiciones ordinarias es mejor aplicar el fumigante a la corriente del

FUMIGANTES Y DOSIS PARA EL TRATAMIENTO DE GRANO ALMACENADO EN SILOS DE MADERA EN LAS GRANJAS (1)

Fumigante	*Dosis para 36,000 litros*		
	Granos pequeños, excepto sorgo	*Sorgo*	*Maíz*
	Litros	*Litros*	*Litros*
Tetracloruro de carbono	19	30	23
Tetracloruro de carbono:			
4 partes + 1 parte de bisulfuro de carbono [1]	11.4	30	23
1 parte + 3 partes de dicloruro de etileno [2]	23	38	23
19 partes + 1 parte de dibromuro de etileno	12	30	23

[1] En silos de acero la dosis se puede reducir en un 50 por ciento para granos pequeños y cerca del 20 por ciento para maíz y sorgo.

[2] La adición de 5 por ciento por volumen de bromuro de etileno aumenta la acción mortífera contra las fases inmaduras de los insectos que están dentro del grano.

grano mientras se llena el depósito. Con el cloropicrín y cianuro de calcio se usan aplicadores especiales destinados a dejar pasar el fumigante a la corriente de grano a la velocidad deseada. Otros fumigantes se vierten en la corriente de grano a intervalos regulares, ya sea a mano o con un aplicador automático, que se hace funcionar continuamente cuando el grano está pasando. Si el grano no puede moverse, los fumigantes que no sean el cloropicrín ni el cianuro de calcio se pueden aplicar rociando la dosis completa uniformemente sobre la capa superior. Si la temperatura del grano es superior a 27° C., los vapores penetrarán la masa de grano hasta el fondo del depósito.

Para controlar la infestación superficial de la polilla de la harina de maíz o la polilla de la almendra deben cerrarse y sellarse las distintas aberturas de los silos (ventiladores, puertas de las tomas de aire, canales de descarga) y aplicar el fumigante como rocío fino o como vapor. La finalidad es retener el fumigante en la parte superior del depósito en vez de que baje a través de la masa de grano. Se puede aplicar el cloropicrín sólo por medio de un rociador de jardín en el espacio que queda encima del grano en las trojes cerradas por la parte alta en una proporción de 700 a 900 gramos por 28 metros cúbicos de espacio libre. Mezclas de 80 por ciento de bromuro de metilo y 20 por ciento de dibromuro de etileno pueden aplicarse también en una proporción de 700 gramos por 28 metros cúbicos de espacio libre.

Algunos depósitos de grano en Europa y en África del Norte están equipados para hacer circular por el interior un gas durante e inmediatamente después de su introducción. Aunque el método no ha sido adoptado para los depósitos de los Estados Unidos, se ha usado con éxito en la fumigación de grano en tanques de acero con capacidad para 1.260,000 litros en Texas.

Los aventadores introducen el fumigante en la parte de arriba del depósito y lo empujan hacia abajo a través del grano, y hacia afuera a través de conductos, llevándolo nuevamente al aventador para hacerlo circular de nuevo. Este método proporciona una distribución uniforme del fumigante en 30 minutos, y se puede eliminar y reemplazar el fumigante por aire fresco después de la fumigación. El bromuro de metilo se puede usar con éxito con este método empleando dosis tan bajas que los costos de la fumigación son extremadamente moderados. Para el grano de sorgo una dosis de 1,400 kilogramos de bromuro de metilo por 36,000 litros de grano proporciona resultados excelentes.

Para el almacenamiento temporal de grandes cantidades de excedentes de grano se utilizan cobertizos Quonset, hangares de aeroplanos, barracas y almacenes de todas clases. Usualmente el grano se almacena en un montón sobre el suelo y rara vez llena el edificio completamente. Generalmente los edificios no son cerrados, por lo que se complican los problemas del almacenaje.

Los montones de grano en estos almacenes se pueden tratar con éxito rociando fumigantes sobre la superficie del montón, aunque el edificio no sea cerrado. La masa de granos retiene el fumigante tan bien, que pueden obtenerse excelentes matanzas de insectos. Durante el tiempo frío las colonias de insectos tienden a juntarse muy cerca del centro de los montones. Estas infestaciones se eliminan aplicando el fumigante en lugares determinados. La zona de infestación se determina tomando muestras con sonda. El fumigante debe aplicarse directamente sobre la parte infestada, de suerte que cubra unos cuantos decímetros más allá de los límites de la infestación.

Tanto en el maíz como en el trigo, las dosis de 15 a 19 litros de cuatro partes de tetracloruro de carbono y una parte de bisulfuro de carbono para 36,000 litros de grano han dado resultados excelentes en tratamientos localizados o en la fumigación del montón completo.

El fumigante se debe aplicar con un rociador mecánico que arroje el líquido rápidamente como rocío grueso. Muchos cobertizos Quonset tienen en el techo portezuelas por las que se puede aplicar el fumigante; de otra manera el operador tiene que entrar en la construcción y rociar el fumigante uniformemente sobre el montón, principiando en la parte posterior y avanzando hacia la salida.

Deben usarse mangueras adecuadas y una bomba capaz de arrojar un chorro a 21 metros a una velocidad de 380 litros por minuto.

Durante la fabricación y elaboración de materias primas y el almacenamiento subsiguiente, los alimentos secos están expuestos a la infestación por los insectos que llegan a vivir en la maquinaria o en varias partes del molino, o de la fábrica o del almacén. Estas infestaciones pueden evitarse con un programa de fumigación. En años anteriores se confiaba en que una fumigación general una vez o dos al año con ácido cianhídrico, bromuro de metilo o cloropicrín bastaba para conservar los locales libres de insectos. Las actuales exigencias de alimentos enteramente libres de infestaciones de insectos han hecho que muchas fábricas adopten un programa quincenal de fumigación local en la que cada una de las unidades del molino o las máquinas por donde pasa el alimento se fumigan y las mercancías fumigadas se limpian de los residuos en limpiadores al vacío de gran potencia. En algunos molinos la aplicación quincenal de fumigaciones locales sustituye a la fumigación general. Los fumigantes locales, si se usan con regularidad, mantendrán reducida la población de insectos en la maquinaria de molienda, pero no debe esperarse que destruyan las infestaciones en todos los lugares de la fábrica, por lo que es útil una fumigación general de vez en cuando.

Los fumigantes generales suelen introducirse en lugares abiertos del edificio, pero algunas veces también se introducen a través de tuberías directamente dentro de la maquinaria.

Los fumigantes locales se pueden aplicar a mano derramándolos dentro de las unidades individuales de molienda o máquinas. Los fumigantes líquidos también se pueden aplicar con distribuidores instalados permanentemente. Para meter el fumigante en tubos de tela instalados permanentemente dentro de conductores u otras unidades se usan tanques portátiles para distribuir el fumigante. Un sistema completamente automático distribuye el fumigante en forma de vapor desde una central de abastecimiento conectada por medio de tubos a cada una de las unidades del molino.

El cloropicrín, el ácido cianhídrico y mezclas de tetracloruro de carbono

con dibromuro de etileno, dicloruro de etileno u otros productos químicos se usan mucho como fumigantes locales.

Para la fumigación de almacenes llenos de granos, forraje, harina u otros comestibles secos han resultado muy eficaces el bromuro de metilo o mezclas de él con cloropicrín o dibromuro de etileno. Con dosis de 700 gramos para 28 metros cúbicos de espacio se obtiene una penetración perfecta de grandes pilas de materiales ensacados. Para obtener una distribución uniforme del fumigante y evitar la estratificación de los vapores cerca del suelo deben hacerse funcionar ventiladores eléctricos durante una hora después de soltar el gas.

El uso de lienzos alquitranados o telas a prueba de gas en la fumigación de comestibles almacenados pueden ser algunas veces más convenientes que la fumigación de grandes almacenes o bóvedas atmosféricas o neumáticas llenas o parcialmente llenas. Los lienzos alquitranados, que sustituyen a la cámara de fumigación, son portátiles y ocupan poco espacio cuando no están en uso. El espacio de aire libre se reduce a un mínimo y la aireación se facilita quitando el lienzo alquitranado de las pilas de mercancías después de la fumigación. Los productos que se van a fumigar por lo general se colocan en sacos sobre un piso de concreto y se cubren completamente con el lienzo alquitranado, cuyas orillas se sujetan contra el suelo con un peso para evitar escapes de gas alrededor de la base. Se deja una cámara de aire en la parte superior, colocando dos sacos a una distancia de 1.20 metros entre uno y otro. Esta cámara de aire proporciona un espacio de aire libre que permite la difusión del gas.

Por lo común se usa una tela cauchutada o una loneta cubierta de etilcelulosa. Cualquier fumigante útil para el tratamiento de mercancías a granel en bodegas atmosféricas o en almacenes se puede utilizar para tratar comestibles bajo lienzos alquitranados.

Las bodegas atmosféricas son útiles para la fumigación de comestibles cuando los almacenes no se pueden cerrar herméticamente para una fumigación eficaz o cuando necesitan tratamiento pequeñas cantidades de materias primas que entran, mercancías devueltas, sacos usados o productos de todas clases que salen.

Muchos materiales diferentes se pueden usar para construir cámaras atmosféricas, pero lo más eficaz es una bóveda de metal o con forro de metal. Se necesita una tubería y boquillas aspersoras para introducir fumigantes volátiles y aventadores para que circulen o para extraer los vapores.

El proceso de fumigación es sencillo. La mercancía se coloca en la bodega a mano, o con camiones, o sobre resbaladillos o planos inclinados. Se cierra la puerta y se introduce el fumigante. Al terminar la fumigación se pone en funcionamiento el aspirador hasta que los vapores, no absorbidos por la mercancía fumigada, se hayan eliminado. El extractor debe estar trabajando mientras se descarga la bodega. Algunas veces se necesitan ventiladores auxiliares para proporcionar aire fresco a los trabajadores si no usan máscaras contra el gas.

El bromuro de metilo y mezclas de bromuro de metilo con cloropicrín o dibromuro de etileno son muy eficaces para tratar comestibles secos en cámaras atmosféricas, aunque también pueden usarse ácido cianhídrico, cloropicrín y otros muchos fumigantes. Las dosis dependen de la mercancía que se va a fumigar, de su cantidad y del fumigante.

La fumigación al vacío consiste en colocar las mercancías en una cama de acero a prueba de gas, extraer el aire y reemplazarlo con un gas mortal para los insectos. Con este método se obtiene una penetración del gas en las mercancías más rápida que con la fumigación en cámara atmosférica y los insectos mueren más pronto. La extracción de una gran parte del oxígeno de la cámara hace a los insectos más susceptibles a los fumigantes. El tiempo de exposición es de 1 a 3 horas, en vez de las 10 o hasta 24 horas en condiciones atmosféricas,

factor importante en las industrias donde es esencial la velocidad en el manejo de productos alimenticios.

La fumigación al vacío tiene otras varias ventajas. Al terminar una fumigación la remoción del fumigante de las mercancías tratadas puede acelerarse por un procedimiento llamado lavado de aire. Consiste en hacer un vacío de 70 centímetros o más y romperlo con aire. Existe poco peligro en que los trabajadores entren en una bóveda que se está fumigando, y disminuye el peligro de respirar los vapores durante la descarga de una cámara.

Es conveniente hacer un vacío tan completo como sea posible y mantenerlo mientras dure la exposición. Ayudará a la distribución del fumigante hacer circular el gas en el tanque durante 15 minutos después de introducido, y se necesitará mucho menos fumigante que cuando no se hace circular el gas.

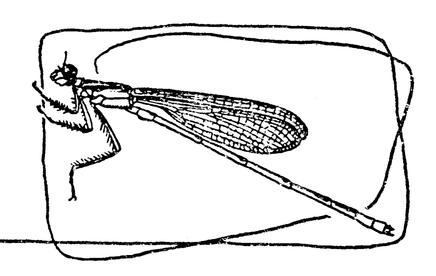
Los fumigantes usualmente empleados en cámaras al vacío son bromuro de metilo, ácido cianhídrico y una mezcla 1-9 de óxido de etileno y bióxido de carbono.

Las dosis varían con el fumigante, la mercancía y el tiempo de exposición. Cuanto más corta sea la exposición, mayor será la cantidad de fumigante que se necesite.

La fumigación de comestibles paquete por paquete se practica en algunas industrias de alimentos, pero resulta cara debido a las cantidades relativamente grandes de fumigante que se deben usar. En este método, cada caja o paquete viaja sobre una faja circulante y pasa por debajo de un aplicador que automáticamente inyecta una cantidad de fumigante dentro de ella. Entonces se sellan las cajas. Cada caja o paquete es su propia cámara de fumigación. El método se usó por primera vez en los Estados Unidos en forma extensa para tratar paquetes de fruta seca, para lo que se usaban formiato de etilo, formiato de metilo y formiato de isopropilo. Otros productos que se fumigan de esa forma son las hierbas para sopas, el arroz, las galletas para perros, el maíz reventón cocinado y artículos parecidos. Además de los formiatos se ha usado para la fumigación de los paquetes uno por uno acrilonitrilo mezclado con tetracloruro de carbono.

R. T. Cotton *es entomólogo del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal desde 1919. Se ha especializado en fumigaciones y otros métodos para combatir las plagas de insectos de los comestibles almacenados.*

Las cuarentenas



Cómo logran entrar los insectos

Ralph B. Swain

La mayoría de nuestras plagas de insectos mayores de origen extranjero han entrado en los Estados Unidos traídos por el hombre y principalmente a bordo de los barcos. De México y Canadá han llegado algunos por medios naturales. El conocimiento de las maneras como entran es la base para cuarentenas eficaces.

Los insectos, como otros organismos, ocupan casilleros bien definidos en la Naturaleza. Los factores del medio y características innatas tienden a restringirlos a ciertas zonas de la Tierra. Pero la variabilidad en los animales en el tiempo permite a los individuos de una especie adaptarse a cambios ligeros de su medio y adquirir nuevos hábitos para alimentarse e inmunidad a las enfermedades, a los climas extremos y a los insecticidas. Podemos esperar, pues, que ciertas especies con centros de distribución en México o más al Sur lleguen a extenderse, por dispersión normal de los insectos adultos, al norte del Río Bravo o Grande, y que ciertas especies del Canadá (o formas europeas o asiáticas que han llegado a establecerse en el Canadá) desciendan del Norte.

Así ha sucedido. El gorgojo del algodón y la chinche arlequín son dos de los muchos insectos perjudiciales que se han desplazado hacia el Norte desde México a medida que la agricultura rescataba partes del desierto suroccidental, en otro tiempo barrera natural para ellos. La eliminación de las barreras del desierto se aceleró con la construcción de grandes obras de irrigación.

La palomilla satinada, una especie europea, se propagó desde la Columbia Británica a Washington y a Oregon. Se descubrió casi al mismo tiempo en la parte este del Canadá y en Nueva Inglaterra, y en este respecto tuvo una historia paralela a otras plagas forestales que no respetaron la frontera canadiense. La propagación gradual de una plaga a los campos adyacentes o cercanos de las plantas huéspedes es mucho más difícil de combatir que las infestaciones incipientes distantes de los centros de población.

Las corrientes de aire y las tormentas nos traen insectos de las Islas del Caribe, México, América Central y del Sur y el Canadá. Tenemos pruebas de que la palomilla del gusano rosado del algodón es traída cada año desde México por los vientos a los distritos fronterizos de Texas y Nuevo México. La mosca mexicana de la fruta entra anualmente a las plantaciones de cítricos del valle inferior del Río Grande, ya sea volando o traída por el viento, desde el sur de la frontera.

Los estudios de la fauna insectil de las capas superiores del aire han revelado que insectos de corto vuelo como los áfidos, psílidos y chicharras se encuentran

a altitudes hasta de 4,200 metros. Por tanto, es concebible que insectos nativos o introducidos de las Indias Occidentales, México y lugares más al Sur puedan ser traídos por los vientos a nuestros litorales.

Otros insectos emigran anualmente, volando con alas poderosas desde las zonas tropicales, ayudados sin duda por los vientos dominantes. Uno de ellos es la palomilla del gusano de la hoja del algodón, plaga muy extendida en América del Sur, que se mueve hacia el Norte hasta los Estados Unidos y en pocas generaciones hasta quizá llegue al Canadá. Un invierno destruye nuestras poblaciones de gusanos de la hoja del algodón, como sucede con la mosca mexicana de la fruta, pero puede esperarse una nueva invasión en la estación siguiente. No hay modo de mantener fuera de nuestro país a estos emigrantes excepto que se controlen en las tierras de donde provienen.

Las personas que han paseado por las playas de Florida inmediatamente después de grandes tormentas saben que entre los restos que flotan hay trozos de plantas, semillas y aun ramas grandes y troncos, que indudablemente viajaron desde las islas de las Indias Orientales. En estos objetos que han llegado a la deriva por el mar deben haber venido muchos refuerzos a la fauna insectil de la Florida, especialmente especies horadadoras de semillas y de madera. Es posible que insectos vivos puedan viajar aún mayores distancias en restos flotantes de plantas, pero en general los mares son excelentes para la propagación natural, y los insectos, especialmente las fases inmaduras, tienen pocas probabilidades de sobrevivir cuando son depositados sobre una playa barrida por el viento y lavada por las olas, lejos de su alimento vegetal y otros requisitos para su existencia.

El hombre también puede introducir insectos desde zonas de tierra contiguas en equipajes personales llevados por peatones, o en consignación, o en efectos personales conducidos en automóviles, trenes, camiones o aeroplanos. Un automóvil o un camión puede llevar insectos de varias formas: como polizones o intrusos adultos dentro del vehículo; como adultos, fases inmaduras o huevos en las plantas, frutas, semillas y productos vegetales, y como huevos o larvas en el lodo o el polvo encontrados en la parte inferior de la caja, en los guardabarros, en las ruedas o en las cubiertas.

Algunos insectos viajan de un país a otro en o dentro del cuerpo humano, o en los animales domésticos, o en los destinados a servir de alimento o a ser tratados o exhibidos. En los cuerpos de los viajeros puede haber varias clases de piojos y de ácaros. Las especies importantes probablemente están ya esparcidas por todo el mundo. Es posible que larvas de moscas de las especies que pueden vivir en la carne humana o invadir los conductos digestivo y respiratorio sean traídas al país desde el extranjero, aunque es probable que la persona afectada fuera descubierta por los empleados de Sanidad Pública.

La mayor parte de los insectos y los ácaros que pueden entrar con animales domésticos o silvestres son ya cosmopolitas, pero algunas plagas graves de las aves domésticas se han descubierto en nuestro país en los últimos años. Las aves migratorias llevan en sus cuerpos insectos parásitos de un continente a otro, pero también en este caso las especies en cuestión no son nuevas entre nuestra fauna.

Indudablemente los insectos figuraron entre los primeros polizones de los barcos de vela. Nuestras diversas cucarachas de origen africano llegaron a bordo de barcos de esclavos. Una gran proporción de nuestras plagas caseras y de los almacenes, como los insectos que afectan a las telas, la madera y los productos de madera, y los alimentos almacenados, vinieron de otras tierras a bordo de barcos en los que pudieron mantenerse y aun procrear en los desperdicios y entre la suciedad. En los barcos más rápidos de hoy les es fácil a los insectos, aun a los que son bastante delicados, sobrevivir a una travesía del Océano. La mariposa llamada monarca y otras viajaron desde los Estados Unidos continentales a

Hawaii y Europa como polizones, y algunas formas europeas han llegado a nosotros de la misma manera.

Son muchos los factores que actúan contra el establecimiento con éxito en este país de un insecto llegado como polizón adulto a bordo de un barco. Sus probabilidades de sobrevivir, particularmente en las zonas de los grandes puertos, pueden ser relativamente pequeñas aunque logre llegar a tierra. Depende mucho del sexo del insecto, de su distancia de las plantas con que se alimenta, de lugares adecuados para poner los huevos y del tiempo que haga. Desde el punto de vista de la imposición de cuarentenas, afortunadamente los polizones más comunes son ya de propagación casi universal y, por tanto, importantes desde el punto de vista del control más bien que de la exclusión. El problema de librar un barco de insectos polizones aún no se ha resuelto satisfactoriamente, y no hay a la vista ninguna solución fácil.

El aeroplano es potencialmente un gran propagador de insectos polizones por virtud de su velocidad. En el interior de aeroplanos se han interceptado casi 3,000 especies pertenecientes a 293 familias y a la mayor parte de los órdenes de insectos, muchas de ellas vivas. Debido en parte a las precauciones que ahora se toman para desinfectar los aeroplanos procedentes de zonas de grandes riesgos de infección, no se puede hacer una larga lista de insectos económicamente importantes transportados por aire, pero aun así la lista es lo bastante larga para resultar angustiosa. La mosca oriental de la fruta, una de las plagas más destructoras que hayan afectado al archipiélago hawaiano, entró durante la Segunda Guerra Mundial en momentos en que no podían tomarse precauciones apropiadas respecto de los aeroplanos militares procedentes de las Marianas. En Brownsville, Texas, se encontró un escarabajo japonés vivo en un aeroplano militar que había llegado de Nueva York vía Panamá; indudablemente se había metido en él en un aeropuerto de la zona metropolitana. Tenemos dos informes de mosquitos tropicales portadores del paludismo cogidos cerca de aeropuertos militares de la Florida. En un caso, una larva viva fue cogida en el canal en que evidentemente había puesto sus huevos la madre polizona.

Los insectos adultos viajan casi exclusivamente dentro del fuselaje. Las superficies exteriores y las cajas de las ruedas carecen de importancia como portadoras. Así, pues, es relativamente fácil eliminar insectos a bordo de un aeroplano aplicando apropiadamente combinaciones de aspersiones de espacio y de superficie. Un problema interesante, aunque secundario, lo plantearon las masas de huevos de varias especies de alevillas halladas en superficies exteriores. Posiblemente las alevillas voladoras nocturnas, fueron atraídas a las brillantes superficies exteriores del aeroplano mientras reposaban en pistas iluminadas, o simplemente volaron hacia las luces de a bordo. Muchas veces esos huevos están vivos. Hasta se han encontrado orugas recién salidas del huevo. Las luces del interior de aeroplanos posados atraen a los insectos como en cualquiera otra parte, y con frecuencia se deben a ellas que centenares de insectos entren en ellos por las puertas abiertas, las escotillas y las ventanas.

Los movimientos militares, en especial durante la guerra, pueden anular en minutos lo que han conseguido durante años las cuarentenas y los programas de control. Entonces manda la conveniencia, el usual control civil puede ser imposible, y los ejércitos invasores suelen tener poca consideración para las disposiciones de un país enemigo. Las tropas hessianas que desembarcaron en Nueva York durante la Guerra de Independencia se cree que trajeron la mosca hessiana en sus jergones de paja. Por fortuna no hemos sufrido nunca desde entonces una invasión de tropas extranjeras en gran escala. Los norteamericanos tienen hoy la dicha de que los peligros para la salud y la agricultura resultantes de la traída

de insectos extranjeros al país los tiene en cuenta el ramo militar, que coopera con nuestros organismos de cuarentena.

El lastre de los barcos ha traído muchos insectos de otras tierras, algunas veces con las raíces o las semillas de sus plantas huéspedes. El lastre tiene poca importancia como peligro si se descarga mar afuera, pero puede ser peligroso cuando se usa para terraplenes en una zona portuaria. Los barcos muy modernos no usan ya lastre de tierra, sino de agua, del cual pueden deshacerse con menos gasto bombeándolo en el puerto al terminar el viaje. Pero aún se usa lastre de tierra, y en otro tiempo casi se usaba exclusivamente. Puede consistir en arena de playa, grava, piedras o tierra. Ésta es más apta para contener insectos, ya que puede contener, cualquiera de los miles de especies habitadoras del suelo en todas las fases de desarrollo y los huevos y las fases larvarias de otras innumerables, cuyos individuos adultos viven sobre la tierra. Los inspectores de cuarentenas trabajan directamente con las Compañías de navegación y hacen recomendaciones y arreglos para dar el destino conveniente al lastre peligroso.

Es mucho más probable que los insectos extranjeros potencialmente destructores lleguen en la carga que no en las bodegas, los camarotes y otros espacios interiores de las naves y los aeroplanos. Distinguimos aquí los insectos que vagan libremente de un lado a otro de aeroplanos o barcos, o que están aprisionados en una bodega o un camarote sin planta huésped ni otro alimento, de los insectos que están sobre o dentro de las frutas, las hortalizas, las plantas vivas y los productos vegetales. Los primeros son los polizones. Los últimos constituyen infestaciones activas, quizá de muchos individuos de la misma especie, que, en la ausencia de cuarentenas, pueden ir directamente a un vivero, una granja o un huerto casero donde el riesgo de que se establezcan sería infinitamente mayor que en los alrededores inmediatos de un puerto o un aeropuerto. Hay, desde luego, el problema de polizones dentro de los envases de plantas y productos vegetales; pero se resuelve por los mismos métodos empleados contra las especies que infestan las mercancías. Contra los polizones que vienen con artículos manufacturados o con materias primas no sometidas a cuarentenas vegetales no tenemos defensa.

Durante mucho tiempo se consideró la importación de plantas extranjeras, de vivero y otras, como el medio más peligroso para introducir plagas exóticas. Las importanciones comerciales de plantas de vivero hechas antes de nuestras actuales disposiciones relativas a inmunidad de la tierra y tratamiento obligatorio, se sabe que fueron las portadoras de plagas extranjeras específicas. El escarabajo japonés, por ejemplo, indudablemente entró en plantas de vivero, como gorgojo en los cepellones. Los insectos adultos, que posiblemente no sobrevivirían al viaje como polizones a bordo de los barcos con cualquier otro tipo de carga, pueden hallarse alimentándose de las hojas y la corteza de plantas en tránsito para este país. En la actualidad, la fuente más prolífica de interceptaciones de insectos es el embarco ocasional de material de vivero que escapa al escrutinio de funcionarios certificadores en el extranjero y llega a una de nuestras casas de inspección con las raíces envueltas en tierra y empaquetado en musgo de bosque y desperdicios o humus de selva, cosas ambas prohibidas como materiales para empacar.

Frutas, hortalizas, flores, muestras de algodón con la semilla contaminada, desperdicios y harina de algodón, sorgo, muestras de tierra importadas para fines biológicos, sentimentales o comerciales, la madera de los envases y algunos materiales de embalaje (entre ellos los que se usan para vajillas y artículos embotellados), pueden albergar plagas de insectos. La madera aserrada y los troncos con corteza o descortezados pueden ser una fuente de plagas forestales. Por ejemplo, la enfermedad holandesa del olmo y uno de los escarabajos europeos

que la transmiten a los árboles sanos vinieron a los Estados Unidos en troncos de olmos. Hasta las estrechas tablillas usadas para embalar corcho de España y del Norte de África están a veces infestadas de insectos que taladran la madera, de los que no se sabe que estén ya establecidos en este país y potencialmente muy destructores. Es de lamentar que no tengamos una legislación que asegure la adecuada protección contra la introducción de insectos en madera aserrada y en troncos.

Antes no podían traerse a nuestro país flores y ciertas frutas y hortalizas del extranjero a causa de los desfavorables factores del tiempo y la temperatura. Barcos frigoríficos más rápidos nos traen ahora flores del África del Sur en gran cantidad, y los insectos, si los hay, no suelen sufrir daño por cortos períodos de almacenaje en frío. Se quedan inactivos, simplemente, y recobran su actividad normal cuando sube la temperatura. Los aeroplanos traen velozmente flores de Europa y de los Trópicos. Gran número de pestes insectiles, entre ellas las diversas moscas de la fruta, podrían entrar con las frutas y las hortalizas si no fuese por las cuarentenas y los procedimientos federales de inspección. También en esto los barcos frigoríficos contribuyen a traernos vivos los insectos, pero pueden y suelen matarse las larvas de las moscas de la fruta en ciertos tipos de ésta durante el viaje. Las cañas secas de sorgo procedentes de Italia y algunos otros países mediterráneos están con frecuencia infestadas del gusano del maíz y de otra alevilla barrenadora que casi con toda seguridad se convertiría en una gran plaga del maíz y del sorgo en los Estados del Sur si llegara a establecerse allí.

También son sospechosas las frutas y las hortalizas que se toman a bordo de barcos y aeroplanos para la alimentación de los pasajeros y las tripulaciones. Si no fuese por la vigilancia de las cuarentenas vegetales y los inspectores de aduanas, géneros alimenticios infestados podrían ser sacados de los barcos por individuos de la tripulación y quizá ser puestos en el mercado. En el actual estado de cosas, las partidas prohibidas pueden ser decomisadas y destruídas o selladas oficialmente y guardadas hasta que el barco o el aeroplano haya salido.

El peligro de plagas en la basura de los barcos o los aeroplanos es aproximadamente el mismo que acompaña a la introducción de las diferentes frutas y legumbres que pueden estar infestadas de insectos dañinos. Lo difícil es hacer cumplir las reglas para deshacerse de ella apropiadamente. La basura arrojada al agua salada a bastante distancia de la costa ofrece pocos peligros, pero ese mismo material arrojado a un río o a una bahía puede salir rápidamente a tierra cerca de zonas agrícolas y de plantas alimenticias sobre las cuales podrían subsistir los insectos. La basura llegada a tierra procedente de los barcos o sacada de los aeroplanos debe ser recogida en botes herméticamente cerrados hasta que se la incinere.

Las plantas traídas al país como equipaje de los pasajeros pueden proceder de jardines de parientes o amigos y no suelen traer certificado de los funcionarios de Sanidad Vegetal de los países de origen. Suelen preparar esas plantas para su transporte personas totalmente ignorantes de nuestros requisitos cuarentenales, pudiendo venir con tierra y llenas de insectos, por lo cual ofrecen grandes peligros. Las frutas que un pasajero ha olvidado o quiere ocultar suelen ser descubiertas por inspectores vigilantes en baúles, maletas y bultos de mano. Muchas veces esos contrabandos están infestados de moscas de la fruta y otros insectos dañinos.

Es más probable encontrar plagas de insectos en las plantas de los equipajes de los barcos que en las comerciales, aun cuando estas últimas llegan en cantidad enormemente mayor. La razón está en que los embarques comerciales suelen ser preparados por establecimientos con gran experiencia de envíos a los Estados Unidos; las plantas han sido cultivadas en el campo o en invernadero en condi-

ciones todo lo sanitarias posible, están razonablemente libres de insectos y enfermedades y están empaquetadas con materiales aprobados para ese empleo.

El correo podría traer la mayor parte de los insectos que llegan a nosotros en el lastre, en la carga, en las provisiones y el equipaje. Pero sería extremadamente difícil a las convenciones postales que reconocen los peligros del tráfico internacional sin restricciones de plantas por correo, y a los sistemas de permisos destinados a llevar los envíos por correo de plantas y semillas a casas de inspección de sanidad vegetal en determinados puertos de entrada, controlar esa amplia avenida de ingreso para las plagas.

Es menos probable que haya insectos polizones en el correo que en las cargas de los barcos, y el número medio de insectos por envase es más pequeño porque el espacio es menor. Además, es sumamente improbable que los insectos del exterior de los paquetes postales puedan atravesar el embalaje; por el contrario, en la carga esto es relativamente fácil para las especies más pequeñas.

En tiempos pasados los correos no se prestaban bien a envíos de plantas, salvo para material durmiente y semillas, a causa del tiempo consumido y de la dificultad de proporcionar a las plantas humedad suficiente para conservarlas vivas. Pero con la inauguración del servicio de paquetes postales aéreos internacionales se ha hecho posible enviar bultos hasta de 35 kilogramos de peso por vía aérea a los Estados Unidos.

Criaturas tan relativamente delicadas como los saltamontes jóvenes, que se alimentan aún activamente de los jugos de las plantas huéspedes, han sido interceptadas en la correspondencia de países tropicales. Los saltamontes y sus parientes los áfidos tienen órganos bucales para horadar y succionar, que los convierten en propagadores eficaces de las enfermedades virosas de las plantas. No es ilógico suponer que plantas atacadas de una enfermedad virosa, absolutamente indescubrible por los métodos ordinarios de inspección en los puertos de entrada, hayan entrado en el país, y que hoy serían económicamente importantes si contasen con los insectos vectores apropiados.

El correo es la fuente más productiva de lo que puede llamarse introducción accidental, cuando un individuo bien intencionado, dando gusto a una afición, ha pedido ejemplares vivos de las orugas o crisálidas de una mariposa o una alevilla. En 1869, antes de que tuviéramos legislación para impedir tales cosas, la lagarta fue deliberadamente introducida en Massachusetts por un aficionado a la entomología dedicado a investigaciones sobre los gusanos de seda. Por descuido suyo, los insectos escaparon y llegaron a ser una mala plaga de los árboles en el Noroeste.

Todavía ahora se interceptan de vez en cuando insectos vivos en la correspondencia, despachada por alguien desconocedor de nuestras leyes relativas a esos envíos. Sólo se permite el envío por correo de insectos parásitos y depredadores útiles y otras especies para experimentos científicos si los acompaña un permiso concedido por el jefe del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal. Estos permisos se conceden con gran cautela.

Como en una guerra total la introducción de nuevas plagas de insectos en la economía del enemigo puede ser un arma espectacular en manos de un beligerante, se estableció la inspección de nuevas plagas de insectos cerca de los puertos de entrada de los Estados Unidos continentales bajo la dirección del Departamento de Entomología y Cuarentena Vegetal en los últimos años de la Segunda Guerra Mundial.

No se ha descubierto prueba ninguna de la introducción maliciosa de plagas de insectos extranjeros. De vez en cuando aparecían en la prensa mundial acusaciones de introducción deliberada de plagas de insectos hechas por un país contra otro; mas parece que se trataba de mera propaganda. Sería un gesto de

miope, en el actual estado de unificación del mundo, que un país soltase en otro una plaga destructora, cuyos estragos tendría que sufrir al fin el malhechor en alguna proporción.

RALPH B. SWAIN *empezó a trabajar para la Sección de investigaciones sobre los insectos de los cereales y los forrajes cuando todavía era un muchacho. Hasta 1951 fue inspector jefe de la Casa de Inspección de Cuarentenas de Plantas Extranjeras para el puerto de Nueva York, en Hoboken, Nueva Jersey.*

Una "Ellis Island" agrícola

George G. Becker

EN EL PUERTO de Nueva York, en el núm. 209 de River Street, en el distrito ribereño de Hoboken, Nueva Jersey, hay un edificio de ladrillo de cuatro pisos en el que el Departamento de Agricultura cumple la misión de proteger la vida vegetal de este país.

En esta "Ellis Island" agrícola el Gobierno examina, por así decirlo, los pasaportes del material vegetal que entra y lo inspecciona y lo trata antes de permitir que se plante o siembre.

La mera llegada y manejo de algunas categorías prohibidas de material vegetal puede implicar el riesgo de introducción de plagas. El remitente debe estar informado de esas categorías prohibidas, y también debe conocer las restricciones relativas a tamaño y edad, empaque, certificación y otros detalles. Para contar con la información necesaria que ha de enviar a su remitente, el importador en potencia tiene, pues, que conseguir su pasaporte, o permiso de importación, antes del embarque.

Cuando llega a Hoboken material vegetal de propagación, está bajo el recaudo de la aduana y permanece así hasta que se han cumplido todos los requisitos aduanales de cuarentena vegetal y otros que exige el Estado. Antes de ser importado el material, el importador se habrá procurado, o debiera haberse procurado, un permiso para su entrada y con él instrucciones adecuadas para enviar al remitente y proveer lo necesario para su entrada. Todas las plantas, plantones y semillas, y ciertos bulbos, tienen que pasar por la aduana para la estación inspectora competente, donde quedan bajo la custodia de la aduana hasta que ésta haya determinado que se han llenado todos los requisitos.

La estación inspectora de Hoboken está constantemente cerrada. No se les permite a los importadores ver ni saber lo que importan sus competidores ni dónde obtienen lo que importan. Todas las ventanas tienen cortinas. Las paredes, los suelos y los techos donde se almacena, inspecciona o maneja el material vegetal, son de baldosa y pueden desinfectarse fácilmente. Los techos, las cortinas y las paredes son asperjadas con frecuencia para que los insectos que escapen del material importado mueran cuando se posen sobre las superficies tratadas.

El material que entra, al llegar al primer piso es almacenado aparte del que ya ha pasado la cuarentena. En el segundo piso el material es inspeccionado en dos habitaciones: una habitación espaciosa, donde se manejan grandes envíos, y otra menor, donde se inspeccionan los envíos por correo y otros pequeños envíos. Además de la estación de cuarentena de Hoboken, existen otras en San Francisco, Seatle, Miami, Laredo (Texas), San Juan (Puerto Rico), y Honolulú. El material que entra de Europa debe limpiarse en Hoboken. Las

plantas que llegan a las estaciones de San Francisco, Seatle, Laredo y Miami se limpian allí antes de ser expedidas. El material no puede viajar por tierra sin haber sido tratado.

Maneja esas estaciones el Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales. El Departamento de Industria Vegetal, Suelos e Ingeniería Agrícola sostiene estaciones de introducción de plantas en Glen Dale (Maryland), Savannah (Georgia), Coconut Grove (Florida) y Chico (California), y estaciones regionales en cooperación con los Estados en Ames (Iowa), Experiment (Georgia) y Pullman (Washington). En ellas se guardan en cuarentena valiosas importaciones de material, prohibido de otra manera, hasta que las permiten pasar los inspectores de cuarentenas de plantas.

El cuerpo de inspección de Hoboken se compone de entomólogos, especialistas en patología vegetal y botánicos. Además de sus conocimientos especializados, los inspectores deben estar bien informados del cuidado adecuado del valioso material vegetal que tienen a su cargo, así como de los métodos para empacarlo y remitirlo. Tienen a orgullo que el material salga en tan buen o mejor estado como llegó. Se reacondicionan muchos envíos que si hubieran llegado a su destino sin pasar por la cuarentena hubiesen sido una pérdida total.

Los inspectores deben tener preparación adecuada para reconocer las plagas de las plantas. Deben ser capaces de identificar las plantas y saber que algunas que quizá no están emparentadas botánicamente pueden, sin embargo, estar enlazadas por una relación biológica para perpetuar una plaga de insectos o una enfermedad de las plantas. Un piojo nativo de las plantas llamado áfido lanudo de la manzana usa también nuestro olmo americano como huésped. En consecuencia, el olmo americano podría ser un medio para introducir la plaga en una región nueva. Para proteger la industria triguera de la nación, el inspector debe reconocer especies de agracejo y plantas estrechamente emparentadas sobre las cuales se desarrolla una fase del destructor tizón del trigo. Debe reconocer especies de grosellas, entre ellas nuestras grosellas negras y rojas, y muchas especies ornamentales. La grosella negra es huésped de una enfermedad destructora, el tizón o añublo vesicante del pino blanco, que ataca a los pinos de cinco hojas. Muchas plantas emparentadas con los cítricos deben ser identificadas, ya que está prohibida su entrada por la posibilidad de introducir el cancro de los cítricos.

Para reducir al mínimo el riesgo de introducir plagas de las plantas, la cuarentena Núm. 37 del Departamento impone restricciones sobre el tamaño y edad de las plantas leñosas. Cuanto más joven es una planta, menos probabilidades tiene de ser infestada o infectada con plagas. Por tanto, los inspectores deben poder determinar si las plantas cuya entrada se pide están dentro de los límites de edad. Otro requisito es que el material leñoso que puede cultivarse a partir del estado de semilla debe importarse sólo en este estado. Los eucaliptus de la costa occidental deben su pintoresca forma a que antes de la aprobación de la Ley Federal de Cuarentenas Vegetales, de 1912, las autoridades de horticultura de California, aprovechando la experiencia adquirida, limitaron a las semillas la introducción de las especies de eucaliptus, con lo cual impidieron la entrada de un escarabajo destructor que se come las yemas terminales y hace que los árboles tomen una forma arracimada. Para cumplir los requisitos relativos a las plantas leñosas los inspectores deben saber distinguir entre plantas nacidas de semilla y plantas producidas por plantones, injerto de yema, de escudete o acodadura.

La inspección de las plagas de insectos, como cualquiera otra profesión, tiene sus propias técnicas. Los inspectores saben lo que tienen que esperar del material que llega de diferentes partes del mundo y cómo buscar las plagas. La función más importante de la inspección no es tanto encontrar lo esperado

como encontrar lo inesperado. Las interceptaciones han revelado repetidamente la existencia de plagas en países en los que no se conocían anteriormente, y con frecuencia se encuentran especies de plagas nuevas para la ciencia.

El inspector puede buscar las plagas específicas, pero constantemente tiene presente lo que es normal para el material vegetal de la clase del que está manejando. Si su primera inspección descubre algo desacostumbrado, hace una investigación completa. Teniendo presente lo normal, abre un haz de quizá 50 plantas y las extiende. En vez de examinar cada planta minuciosamente, su mirada puede abarcar de una vez tres o cuatro plantas sobre las cuales enfoca su atención, y así se concentra sobre el material que más probablemente puede dar pistas de insectos. Observa un agujero pequeño y limpiamente recortado, como el que puede hacer una aguja pequeña. Levantando la corteza con la hoja de un cuchillo, puede observar el trabajo de un insecto minador. Un grano diminuto, que el profano probablemente considerará un grano de tierra, él lo reconoce rápidamente por su forma como resultante de la perforación de un insecto. La epidermis sobre una mota amarilla en una hoja puede tapar el trabajo de una de las muchas especies destructoras de minadores de las hojas.

Examinando una canasta de bulbos, va sabiendo a qué atenerse respecto de ellos a medida que los va estrujando uno tras otro. Aprieta el pulgar sobre un bulbo en diferentes sitios y quizá advierte que se hunde ligeramente en un lugar. Al cortar el bulbo, que exteriormente parecía normal, quizá encuentre la larva de un insecto. Una hebra de seda en una planta puede ser la tarjeta de visita de un insecto comedor de hojas o de otra clase. Un pequeño nudo en la raíz de una planta, que superficialmente parecía una motita de tierra, puede ser la habitación de un insecto que ha hilado un capullo camuflado exteriormente con motitas de tierra. Una planta marchita es investigada infaliblemente. Examinando el envés de hojas de un verde pálido con una lente, el inspector puede observar numerosos y diminutos ácaros de las plantas, pero no se agota su interés con observar el color general. Una motita de diferente color atrae su atención. Enfocando su lupa o el microscopio sobre aquel punto, puede descubrir que es un huevo de un ácaro de las plantas. Una pequeña manchita gris, del tamaño de una mancha de mosca, puede resultar una de las numerosas especies de insectos escama que chupan la savia.

La corteza rugosa en la base de las yemas y las cicatrices de las hojas son lugares en que es probable que depositen sus huevos ciertos tipos de insectos. Una cicatriz en una ramita lisa probablemente es indicio de los huevos de un saltahojas que fueron insertados debajo de la corteza. Estas y otras son las pistas que sigue un inspector para comprobar la presencia de plagas.

El carácter del crecimiento puede reflejar la presencia de insectos o de una enfermedad. Un crecimiento amacollado no normal en una planta puede indicar la presencia de insectos que comen los retoños terminales, con el resultado de que sólo pudieron crecer los retoños laterales. Un desarrollo ahilado y débil puede ser síntoma de un virus.

La temperatura del material vegetal es otro factor. Las plantas vivas, aun el material leñoso durmiente, dan una sensación de frescura comparadas con material muerto.

A veces el inspector intercepta babosas, lagartos y hasta serpientes tropicales con el material vegetal. Mientras eran fotografiados en la casa de inspección de Hoboken objetos que parecían alubias, interceptados con orquídeas de las selvas de la América del Sur, se advirtió que se movían. El calor de la lámpara empleada para fotografiarlos había terminado la incubación de lo que resultó ser huevos de serpiente.

Entre las plagas de las plantas que interesan al inspector están los animales parecidos a gusanos —anguílulas o nemátodos— que apenas son visibles a simple

vista. Algunos producen hinchazones en las raíces de las plantas que atacan. El trabajo del nemátodo común de los bulbos, *Ditylenchus dipsaci,* se reconoce cortando de través el bulbo. Un bulbo infestado tiene anillos concéntricos oscuros. El nemátodo que suele encontrarse en los bulbos del iris produce a lo largo rayas amarillas, pardas o casi negras (según la edad de la infestación y la especie de iris), o manchitas o salpicaduras parduscas en las extremidades del bulbo. Los síntomas sólo pueden verse cuando la túnica o piel exterior del bulbo, seca y quebradiza, se quita con una ráfaga de aire comprimido.

Un nemátodo sobre el que ejerce especial vigilancia el inspector es el nemátodo dorado, grave plaga de las patatas y los tomates. La hembra se seca y forma un quiste en el que están contenidos sus huevos. Los huevos pueden permanecer vivos en el suelo durante diez años o más. Esta es una de las razones por las cuales las disposiciones sobre cuarentenas prohiben la entrada de plantas con tierra: es grande el riesgo de introducir nemátodos. Muchas especies de nemátodos pueden identificarse por sus quistes, que parecen granos redondos de tierra o semillas muy pequeñas. De vez en cuando las plantas o los bulbos, o los deshechos de plantas en el fondo de una canasta, traen un poco de tierra. Si es así, el inspector toma muestras en busca de quistes de nemátodos. La lava y la pasa por cedazos finos, pone lo que queda sobre un trozo de papel secante para eliminar el agua y lo examina al microscopio.

Tan importante como impedir la entrada a las plagas de las plantas es excluir las enfermedades de éstas. Por ejemplo, algunas plantas pueden portar una enfermedad virosa del tabaco. Entre ellas están las primaveras, de las cuales sólo a un pequeño número se permite la entrada. Pueden hacerse arreglos antes de la importación para que puedan tomarse medidas en la casa de inspección a fin de consignarlas en un índice. Esto requiere la germinación de alubias para usarlas en las pruebas. El jugo de la primavera que va a probarse se unta sobre una hoja de judía joven en la que se ha esparcido polvo de carborundo. Si hay virus, el retoño de la alubia presenta en pocos días manchas o lesiones visibles.

El carácter del crecimiento y el color de las plantas son los síntomas que con más frecuencia indican la presencia de la enfermedad. Las enfermedades virosas en especial pueden afectar el carácter del crecimiento. Rayas en las hojas, y hasta las formas de las hojas, pueden indicar también la presencia de un virus. El examen minucioso de las zonas descoloradas de las hojas o las ramas puede descubrir la presencia de organismos invasores. Frecuentemente el inspector puede cortar una rama o una raíz y advertir por la presencia de anillos pardos u otras descoloraciones la existencia de una enfermedad. Las partes deformes de las plantas, como agallas o cancros, pueden ser causadas por insectos o enfermedades, o pueden ser consecuencia de daños mecánicos.

El olor del material vegetal puede ser la guía para descubrir plantas enfermas o para determinar la especie de una planta. La temperatura puede ser la pista para descubrir plantas enfermas. Metiendo la mano en el musgo de pantano en que pueden estar empaquetadas las plantas, el inspector quizá encuentra un lugar caliente, señal casi segura de plantas en descomposición, causada muchas veces por la falta de ventilación.

El patólogo vegetal de la estación de inspección debe interesarse por determinar los hongos y las bacterias. Esto implica con frecuencia que hay que hacer cultivos. El agar, sustancia gelatinosa de algas marinas, se esteriliza combinada con un nutrimento estéril y se usa como "jardín" de trasplante en que se coloca el material infectado por el organismo. El tipo de desarrollo del organismo en el medio de cultivo permite al patólogo determinar la identidad del organismo o por lo menos asignarlo a un grupo cuyos hábitos generales son conocidos en relación con el crecimiento de la planta.

No es raro encontrar insectos en plantas sin ninguna relación con las plantas

con que llegan. Las orquídeas de las selvas de la América del Sur se cogen de lo alto de los árboles y se transportan a los Estados Unidos para que se críen en invernaderos. Algunas pueden tener ya muchos años de edad. Entre las raíces que acompañan a las plantas se encuentra una acumulación de hojarasca y trozos de corteza de árboles en que es probable encontrar muchas especies de insectos. La hojarasca de los bosques contiene también muchos insectos en hibernación. No menos de 40 especies han sido interceptadas en el material que acompañaba a una caja de plantas.

Los insectos en las ventanas de la casa de inspección de Hoboken, muertos por la aspersión que se aplica periódicamente, demuestran que las plagas entran repetidamente con plantas que no se sabe que suelan atacar. También se recogen insectos que se sabía que habían venido con ciertos embarques, aunque la inspección de los cargamentos no hubiera revelado su presencia. Por ejemplo, plagas graves de la col y plantas afines, una plaga de la fresa y otros insectos fueron recogidos en las ventanas a pesar de no haber sido hallados en las cargas o envíos con que debieron haber llegado. Una plaga de la col se encontró en el tallo de una enredadera emparentada con la vid. Hasta insectos vectores de enfermedades humanas han sido interceptados en orquídeas de las selvas de América del Sur. Por consiguiente, tenemos que considerar todo insecto que ataca a la vida vegetal como una plaga potencial de las plantas. También debemos considerar todo material vegetal como portador potencial de dichas plagas.

Los resultados negativos de la inspección no garantizan que el material esté libre de plagas; se necesita también el tratamiento.

El pequeño tamaño de algunos insectos, el tamaño aún más pequeño de sus huevos, el hecho de que los insectos puedan estar debajo de las hojas, las vainas o las yemas, o metidos en los tejidos de la planta, son algunas de las razones por las cuales no podemos fiarnos totalmente de la inspección. La certificación extranjera de que el material vegetal está libre de plagas es un requisito; el requisito tiene por objeto que no se envíe material manifiestamente infestado, eliminando así por lo menos el riesgo de una plaga conocida.

Se exige el tratamiento como condición para la entrada de prácticamente todo el material vegetal, la mayor parte del cual es fumigado con bromuro de metilo como condición para dejarlo pasar. Para tal operación, la casa de inspección tiene seis tanques de fumigación. Las dosis varían con la temperatura, las plagas, el material y el procedimiento de fumigación: bajo presión atmosférica o al vacío. El material envuelto en musgo de pantano requiere la fumigación al vacío para que el gas pueda atravesar el material vegetal. Todas las dosis se han determinado por cuidadosas investigaciones para matar eficazmente los diferentes tipos de plagas y que, no obstante, estén dentro del margen de tolerancia que poseen las plantas.

Las plantas que no resisten la fumigación son tratadas por algún otro método, como el agua caliente aplicada varias veces a la temperatura de 43° a 49° C. La casa de inspección tiene una habitación equipada para varios tipos de tratamiento por el calor. Hay tanques para tratamientos por agua caliente, un horno eléctrico para tratamientos con calor seco y cámaras para tratamientos con vapor. Estas últimas pueden usarse también como secaderos haciendo circular aire caliente en lugar de vapor. De vez en cuando material distinto del material vegetal vivo recibe un tratamiento de calor seco en un horno eléctrico.

También se usan insecticidas líquidos en forma de baños o de aspersiones. Las semillas de ciertas clases, especialmente las de trigo y otras plantas afines, pueden tratarse con un dispositivo especial para cubrirlas de un polvo mercurial como protección contra la invasión de una enfermedad de la germinación de las esporas que puede estar presente.

El material de envase que llega con plantas enfermas o contaminadas se destruye, fumiga o esteriliza con vapor a presión. Hay dos autoclaves en la habitación de tratamiento por el calor para la esterilización por vapor. Algunos de los tanques de fumigación al vacío están dispuestos de manera que se puede inyectar vapor para el tratamiento de esterilización por vapor a presión. A veces se usan los tanques para esterilizar tierra importada con fines religiosos o sentimentales.

De vez en cuando se reciben quejas, por lo general infundadas, de daños causados por la fumigación. Cuando el tenedor de un permiso de importación recibe el material vegetal en malas condiciones, propende a echar la culpa a la fumigación, no sabiendo a qué otra cosa atribuirlo. En años pasados, cuando se recurría a la fumigación sólo cuando se veía que las plantas estaban realmente infestadas, recibíamos quejas por dichos daños, aunque el material no hubiera sido fumigado.

Material vegetal remitido por vía aérea ha llegado repetidamente a la casa de inspección, aun en verano, con daños graves causados indudablemente por las bajas temperaturas. Probablemente el aeroplano voló a grandes alturas y el material fue estibado sin la protección necesaria.

Para obtener los mejores resultados con el material importado, el importador debiera:

1) Estar seguro de conseguir el permiso previamente a la importación solicitándolo de la Sección de Permisos e Importaciones, Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales, River Street, núm. 209. Hoboken, Nueva Jersey.

2) Enviar instrucciones completas al expedidor en cuanto a certificación, a la ausencia de insectos en la tierra y otros requisitos. (La información sobre estas materias se dará cuando se solicita el permiso.)

3) Pedir a la Sección de Permisos e Importaciones indicaciones en cuanto a los métodos para empacar material vegetal delicado si el expedidor no está familiarizado con ellos.

4) Hacer arreglos de antemano para usar el medio de transporte apropiado. Éste varía con el carácter perecedero del material, y si el material no es enviado por correo, háganse arreglos anticipados para que una agencia aduanal lo lleve rápidamente a la casa de inspección, pase la cuarentena y lo remita después a su destino. Muchas pérdidas grandes de material se han debido a no tomar disposiciones para el cumplimiento de los requisitos aduanales.

George G. Becker, *graduado de la Universidad de Maryland y de la de Cornell, está a cargo de la Sección de importaciones y permisos de la división de cuarentena de plantas, Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Antes de que entrara a servir al Departamento en 1926 fue profesor de entomología en la Universidad de Arkansas, entomólogo estatal en Arkansas e inspector en jefe de la Oficina de Plantas de ese mismo Estado.*

Nuestras cuarentenas interiores

Herbert J. Conkle

Una función importante delegada por el Congreso en la Secretaría de Agricultura es la obligación de impedir o retrasar la propagación de insectos o de enfermedades de las plantas nuevas en los Estados Unidos o todavía no muy extendidas.

En 1905 el Congreso aprobó la Ley sobre Plagas de Insectos, que disponía la reglamentación de la entrada y paso de un Estado a otro de los insectos perjudiciales. No llegaba demasiado pronto, de ninguna manera. Los insectos extranjeros ya introducidos aquí habían dispuesto de años para establecerse de un modo tan completo, que un grupo de ellos se come casi la décima parte de nuestra cosecha de granos y todos ellos causan pérdidas de millones de dólares todos los años. El 90 por ciento aproximadamente de las plagas introducidas habían venido con envíos de plantas y semillas, y la mayor parte de las otras con productos vegetales. Los métodos más eficaces de inspección no siempre revelan todos los insectos dañinos ni las enfermedades de las plantas de que unas y otras cosas pueden ser portadoras. Había necesidad de reglamentar la importación y el paso de un Estado a otro de los portadores de plagas, y el reconocimiento de esa necesidad tuvo por consecuencia la aprobación por el Congreso, en 1912, de la Ley de Cuarentenas Vegetales. La ley autorizaba a la Secretaría de Agricultura a promulgar e imponer cuarentenas y las medidas necesarias para reglamentar la entrada y paso de un Estado a otro de los portadores conocidos de plagas de insectos y de enfermedades de las plantas.

No tardó en establecerse una cuarentena interior para las plantas a fin de evitar que se propagasen fuera de Nueva Inglaterra la lagarta y la alevilla de cola parda, destructores defoliadores de árboles, que se habían establecido en Nueva Inglaterra y suscitado el temor de que el creciente comercio de materiales que las portaban pudieran propagar la infestación si no se emprendía rápidamente una acción cuarentenaria.

La cuarentena y los esfuerzos para combatir el peligro realizados por los Gobiernos federal y de los Estados redujeron mucho el número de las alevillas en la mayor parte de las zonas infestadas y ayudaron a evitar que se esparcieran por grandes zonas de los Estados Unidos.

Por el mismo tiempo aproximadamente se estableció una cuarentena para evitar la ulterior propagación de dos insectos escamas de la palma datilera desde las zonas infestadas de Arizona, California y Texas. Uno de ellos, la escama roja de los dátiles, dejó de reclamar atención en 1932 al saberse que no tenía importancia comercial. La cuarentena y las medidas de control fueron tan eficaces, que el otro, la escama parlatoria de los dátiles, fue exterminado y se suprimió la cuarentena en 1936.

Otras grandes plagas de insectos de origen extranjero se establecieron después aquí. Pero la existencia de una legislación adecuada permitió la acción rápida y decisiva mediante cuarentenas para evitar su ulterior propagación mientras se realizaban las medidas de control y erradicación.

Algunos de los insectos se propagaron rápidamente, a pesar de las cuarentenas y de los esfuerzos para combatirlos, y finalmente llegaron a un estado de propagación que hizo impracticable la prosecución de las cuarentenas federales. Por esa y otras razones las cuarentenas federales contra el barrenador europeo del maíz, la alevilla satinada, el escarabajo asiático de las huertas, el escarabajo oriental, el gorgojo de la thurberia y las plagas del bulbo del narciso fueron suprimidas al fin.

Una cuarentena contra la mosca mediterránea de la fruta fue establecida en abril de 1929, poco después de haber sido descubierta en la Florida. La medida evitó su propagación a otros Estados. El trabajo de control fue tan eficaz, que la mosca fue exterminada y la cuarentena revocada en 1930.

Cuarentenas vegetales interiores federales entraron en funciones en 1952 para ayudar a impedir la propagación de seis insectos introducidos del extranjero: la lagarta y la alevilla de cola parda, el escarabajo japonés, el gusano rosado del algodón, la mosca mexicana de la fruta y los escarabajos de ribete blanco. Alguna propagación de estos insectos había tenido lugar fuera de las zonas por donde

entraron, pero se evitó una diseminación más extensa mediante la cuarentena y las medidas de control.

También funcionan cuarentenas vegetales interiores para impedir o retrasar la propagación de dos enfermedades de las plantas gravemente destructoras introducidas del extranjero: el tizón o añublo de los cereales y el tizón vesicante del pino blanco.

Cuando se descubren aquí plagas de las plantas nuevas en el país, el Departamento de Agricultura averigua la extensión de la infestación y el peligro potencial para la agricultura y los intereses de la nación con ella relacionados. Cuando se hace manifiesto que una plaga recién introducida puede llegar a ser un peligro para la agricultura si se propagase, y puede esperarse que las medidas cuarentenarias eviten o retrasen la propagación, la Secretaría de Agricultura convoca a audiencia pública. Las personas interesadas presentan sus opiniones y argumentos a favor o en contra de la acción cuarentenaria. Si de las pruebas presentadas en la audiencia pública resulta ser necesaria la acción cuarentenaria por interés público, la Secretaría establece la cuarentena. En general, estas cuarentenas reglamentan el paso de un Estado a otro de artículos que pueden servir para propagar la plaga. Inmediatamente se ponen en efecto medidas intensivas para procurar la erradicación o controlar la infestación. Pueden comprender la aplicación de insecticidas, la erradicación de las plantas huéspedes, o prácticas de cultivo conocidas como eficaces para reducir las infestaciones. Tales medidas suelen reducir mucho el peligro de propagación, aunque no erradiquen la plaga.

La reglamentación de las cuarentenas normalmente abarca cuatro apartados: Descripción de las zonas desde las cuales debe reglamentarse el paso de los portadores de la plaga a otros Estados; una lista de los artículos cuyo transporte es prohibido o reglamentado, incluido el insecto vivo en cualquiera de sus fases y las cosas sobre o dentro de las cuales puede ser llevada la plaga normalmente; las condiciones en que pueden transportarse los artículos reglamentados, y las disposiciones con arreglo a las cuales pueden darse certificados o permisos para el transporte de los artículos reglamentados.

La zona reglamentada es determinada primordialmente por la extensión de la infestación. Se colocan bajo cuarentena Estados completos en que hay infestaciones, pero la zona reglamentada suele reducirse a la comarca infestada y un anillo de seguridad en torno de ella. Si la infestación es general en todo el Estado, todo el Estado puede quedar incluido en la zona reglamentada. Suelen hacerse inspecciones anuales para determinar los límites de las zonas infestadas o descubrir infestaciones incipientes que pueden presentarse a cierta distancia de las zonas que se sabe que están infestadas, ya por propagación natural de las plagas, ya por propagación artificial fortuita. Las reglamentaciones de las cuarentenas se enmiendan o revisan con toda la frecuencia necesaria para incluir otras zonas en que se hayan encontrado plagas.

A veces es posible reducir las zonas reglamentadas cuando las infestaciones han sido manifiestamente erradicadas de una zona y una extensa inspección durante varios años no descubre ninguna otra infestación.

Las zonas reguladas suelen hacerse todo lo pequeñas posible compatible con las condiciones que permitan la efectiva evitación de la propagación de las plagas y con razonables procedimientos de hacer cumplir las cuarentenas. Un requisito es que el Estado afectado reglamente los transportes dentro de sus límites de artículos reglamentados, para evitar que la propagación se extienda dentro del Estado. La acción cuarentenaria federal respecto de la infestación en algunos

Estados o partes de ellos es suprimida a veces a causa de la eficacia de la cuarentena y las medidas de control de un Estado para evitar la propagación.

La mayor parte de las cuarentenas federales prohiben el transporte interestatal, excepto para fines científicos, del insecto vivo en cualquiera de sus fases, sometido a cuarentena. Tal acción, autorizada por la Ley de Plagas de Insectos de 1905, se emprende primordialmente para llamar la atención sobre las restricciones de la ley relativas al insecto específico en cuestión, a los remitentes de las zonas reglamentadas, que quizá están familiarizados con las cuarentenas aplicables a ellos pero que no son tan generalmente conocedores de la Ley de Plagas de Insectos.

Se reglamenta el movimiento de artículos cuando se sabe que son portadores generales de la plaga en alguna de sus fases vivas. Sería impracticable reglamentar el transporte de todo artículo que pudiera ser portador de dichas pestes, porque en ciertas circunstancias casi todo puede servir de portador. Por tanto la lista de los artículos reglamentados se limita a abarcar sólo los que ordinariamente pueden considerarse portadores peligrosos de las plagas. Como en ocasiones pueden ser portadores otros artículos, las cuarentenas más recientes suelen incluir una disposición adicional para permitir la acción reglamentadora de los funcionarios de imposición de cuarentenas respecto de cualquier otro artículo, producto o cosa cuyo transporte puede implicar peligro.

CUANDO LAS CUARENTENAS COMPRENDEN INSECTOS que se alimentan de una gran diversidad de plantas o que viven en el suelo, puede ser reglamentado el transporte de una gran variedad de cosas. Las cuarentenas que comprenden insectos limitados en sus hábitos alimenticios u otros, y enfermedades de plantas limitadas en sus relaciones en cuanto huéspedes, pueden reglamentar el transporte de plantas, frutos o productos específicos. La lagarta y la alevilla de cola parda se someten a cuarentenas que reglamentan el transporte de plantas leñosas de vivero y productos forestales, porque esos insectos son sobre todo plagas de los bosques y de los árboles de fronda. También se reglamentan la piedra y los productos de cantera porque con frecuencia la lagarta pone sus huevos en esos materiales. El escarabajo japonés y el de ribete blanco son habitantes del suelo en sus fases larvarias, y en las fases adultas se alimentan de gran variedad de plantas. Por tanto, con ambos insectos es necesario reglamentar los transportes de tierra y materiales análogos, así como de plantas y otras cosas que pueden portar adultos, y, en lo que respecta al escarabajo de ribete blanco, diferentes artículos en los que puede depositar huevos.

El gusano rosado del algodón causa daños a esta planta y al quimbombó o quingombó. En consecuencia, la cuarentena que se le impone reglamenta el transporte de plantas de algodón o partes de ellas, y de productos no manufacturados de algodón, y de cosas o máquinas relacionadas con el manejo o transformación del algodón. La cuarentena del gusano rosado también reglamenta el transporte de quingombó.

Como la mosca mexicana de la fruta es ante todo una plaga de ciertos cítricos y de otras frutas, la cuarentena reglamenta el transporte de frutas cítricas en que su larva vive normalmente y prohibe el transporte fuera de la zona afectada de otras frutas huéspedes.

A veces, artículos que pueden portar plagas de plantas no pueden librarse satisfactoriamente de la infestación por los métodos de tratamiento conocidos, ni la inspección puede determinar satisfactoriamente que estén libres de infestación. Por tanto, las cuarentenas tienen que prohibir la salida de esos materiales de las zonas infestadas o reglamentadas. Esas prohibiciones imponen con frecuencia serios sacrificios a los expedidores, pero organizaciones de investigación constantemente están buscando modos de tratar eficazmente esos mate-

riales. Cuando se creen satisfactorios y resultan serlo, se ponen en uso inmediatamente. Entonces las prohibiciones sobre transportes pueden suavizarse para permitir el transporte después de un tratamiento específico.

Las condiciones en que pueden transportarse artículos reglamentados dependen del grado de peligro de que la plaga se propague. En general, ningún artículo reglamentado puede salir de las zonas reglamentadas a menos que esté libre de infestación.

Pueden darse certificados autorizando el transporte de dichos artículos cuando se sabe que proceden de una parte de la zona reglamentada libre de la plaga; cuando han sido tratados por métodos aprobados cuya eficacia es conocida para matar cualquier fase de la plaga que pueda estar presente; cuando han sido manejados o cultivados en condiciones que eliminan la infestación, o cuando el envío se hace en una época del año en que no puede haber infestación.

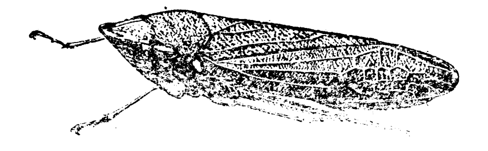
Ejemplos de restricciones temporales son las que se aplican en las cuarentenas contra el escarabajo japonés y la mosca mexicana de la fruta. En la cuarentena contra el escarabajo japonés sólo se necesita la certificación de frutas y hortalizas durante el verano o el período de gran vuelo de los escarabajos.

La cuarentena de la mosca mexicana de la fruta dispone que se suprima la certificación durante las temporadas en que no existe peligro de que se propague el insecto.

Con frecuencia se expiden certificados o permisos de transporte a base de inspecciones anuales, o más frecuentes, que determinen que están manifiestamente libres de infestación los establecimientos que cultivan plantas de invernadero o venden otros artículos reglamentados, o de la práctica, por parte de dichos establecimientos, de procedimientos que evitan que se infesten los materiales que desean remitir.

Cuando los inspectores no pueden determinar de otra manera si los materiales están libres de plaga, deben examinarlos de un modo efectivo antes de que puedan ser remitidos. Suele ser un procedimiento laborioso y caro, y siempre que es posible se usan otros. Un ejemplo es el uso de DDT en el suelo sobre el que se cultivan plantas de vivero y otras. El DDT, aplicado a la tierra en la proporción de 12 a 24 kilogramos por hectárea, elimina el peligro de que los escarabajos de ribete blanco y el japonés se propaguen en envíos de plantas cultivadas allí. Grandes cantidades de plantas de vivero se cultivan en condiciones especificadas en cuanto al tratamiento del suelo con DDT, y así puede dárseles certificado de transporte fuera de zonas reglamentadas sin más tratamiento mientras el DDT permanezca en el suelo con eficacia para matar los insectos.

A veces es necesario transportar productos reglamentados que pueden estar infestados a puntos dentro o fuera de las zonas reglamentadas para transformarlos o manejarlos de otra manera que los libre de la infestación. Cuando eso es necesario, puede permitirse el transporte con autorización limitada que acompaña al envío y es recibida por un inspector en el punto de destino. Los materiales transportados de este modo son manejados en tránsito en condiciones especificadas para evitar toda pérdida de carga en ruta que pueda propagar la infestación. En la fábrica de transformación se toman las precauciones necesarias para mantener los materiales separados de los que proceden de zonas no reglamentadas y manejarlos en condiciones sanitarias que impidan que se escape la infestación o la contaminación de otros materiales. Ejemplos de materiales reglamentados manejados de este modo son los cacahuates, los tocones de



Saltamontes de hoja Draeculacephala minerva.

nogales y la semilla de algodón en las zonas reglamentadas contra el escarabajo de ribete blanco, y los productos de algodón en las zonas reglamentadas contra el gusano rosado.

CUANDO SE ESTABLECEN, enmiendan o revisan las cuarentenas, las agencias de transportes que funcionan en las zonas reglamentadas y los jefes de correos de las poblaciones de dichas zonas reciben notificación de la cuarentena y de las medidas complementarias. También se da información sobre ellas con toda la difusión posible en las zonas mediante los periódicos. Los remitentes comerciales conocidos o potenciales de material reglamentado son entrevistados por inspectores federales que les explican las disposiciones a que están sometidos y les exponen las condiciones en que pueden remitir sus productos. Así, pues, la mayor parte de los remitentes y agentes de transportes conocen las disposiciones y se prestan a cooperar para impedir la propagación de insectos u otras plagas de las plantas. Algunas veces, por lenidad, olvido o error, se permite el transporte a puntos lejanos de envíos de materiales reglamentados sin el certificado de estar libres de infestación. Pero rara vez es necesario proceder judicialmente contra remitentes o agencias de transportes, salvo en casos de flagrante violación de las cuarentenas.

Siempre hay en las zonas reglamentadas algunos individuos que desconocen las disposiciones y los peligros que implica el envío de materiales que son portadores potenciales de plagas a otras partes del país. Para asegurar el cumplimiento de las medidas cuarentenarias, el Departamento de Agricultura sostiene un servicio de inspección en tránsito. Los inspectores están estacionados en centros estratégicos de transportes para inspeccionar los envíos que pasan por dichos centros de zonas reglamentadas a zonas no reglamentadas. Los funcionarios de la imposición de cuarentenas de los Estados ayudan a la obra comunicando las violaciones de cuarentenas vegetales interiores impuestas por el Gobierno Federal que adviertan durante su inspección de envíos para determinar el cumplimiento de las disposiciones cuarentenarias vegetales de los Estados, o que se les han enviado por el Departamento de Correos para inspeccionarlos de acuerdo con las disposiciones de la Ley de Inspección Terminal de 1915 enmendada.

Creemos que los pocos millones de dólares que se gastan anualmente para suprimir o evitar la introducción o propagación de nuevas plagas destructoras de las plantas son un seguro para la futura protección de los artículos alimenticios y los recursos naturales del país.

El conocimiento público de la importancia para el bienestar general de las cuarentenas y de los programas coordinados de control y protección ha aumentado enormemente desde que se pusieron en efecto las primeras cuarentenas vegetales.

HERBERT J. CONKLE *se graduó en la Universidad del Estado de Ohio. Comenzó a trabajar en 1939 con la Administración para la Represión y Cuarentena de Plantas del Departamento de Agricultura, en relación con la aplicación de la cuarentena contra la mosca mediterránea de la fruta, y desde entonces ha tenido gran experiencia en inspecciones en tránsito y otras actividades relacionadas con las cuarentenas de plantas. En 1951 fue nombrado miembro del personal de la oficina matriz en Washington de la división de cuarentena de plantas.*

La inspección en tránsito

E. A. Burns

La inspección en tránsito es la inspección de remesas de plantas, productos vegetales y otros artículos sometidos a cuarentena y que circulan en el comercio interestatal por correo, ferrocarril y barco, para determinar si cumplen las cuarentenas vegetales interiores impuestas por el Gobierno federal.

El cumplimiento de las cuarentenas depende de dos tipos de conocimientos: los relativos a los artículos con que están probablemente asociados los insectos o las enfermedades de las plantas, y con los cuales pueden ser transportados, y los relativos a los medios de transporte que pueden emplearse para llevar dichos artículos de una zona a otra. A la inspección de tránsito le interesan unos y otros.

La inspección en tránsito fue inaugurada en unas pocas terminales ferroviarias del Medio Oeste en 1920 para hacer cumplir la cuarentena contra el tizón vesicante del pino blanco. Su importancia para el cumplimiento de las cuarentenas y evitar la propagación artificial de insectos y enfermedades de las plantas no tardó en ser reconocida, y la obra fue convertida por el Congreso en una empresa independiente el 1º de julio de 1930.

Desde entonces esa actividad se amplió hasta abarcar el cumplimiento de todas las cuarentenas vegetales interiores impuestas por el Gobierno federal para reglamentar el transporte de material huésped peligroso dentro o desde los Estados Unidos continentales.

Las facultades para realizar la inspección están contenidas en la Ley de Cuarentenas Vegetales de 1912. En la Sección 10, Párrafo 2, de dicha ley, los inspectores en tránsito tienen facultades para detener y, sin mandamiento judicial, buscar y examinar a toda persona, vehículo, receptáculo o barco que pase de un Estado a otro y que crean o tengan motivo para creer que posee o contiene plantas de vivero, plantas en general, productos vegetales u otros artículos cuyo transporte está prohibido o restringido por la Ley de Cuarentenas Vegetales o cualquier cuarentena u orden promulgada de acuerdo con ella. Los inspectores también pueden decomisar, destruir o disponer de cualquier otra manera del material transportado con violación de las disposiciones.

Las cuarentenas interiores vigentes en 1952 relativas a insectos eran las establecidas contra la lagarta y la cola parda, el escarabajo japonés, el gusano rosado del algodón, la mosca mexicana de la fruta y el escarabajo de ribete blanco.

Aunque prohibían el transporte de varias mercancías, esas cuarentenas eran predominantemente restrictivas y permitían el transporte fuera de las zonas reglamentadas de artículos restringidos con un certificado basado en la inspección visual, el tratamiento o el cumplimiento de condiciones especificadas.

Los inspectores también hacen cumplir los reglamentos que gobiernan el transporte de plantas y productos vegetales dentro y fuera del Distrito de Columbia, y la Ley de Plagas de Insectos de 1905 en lo relativo a las remesas interestatales. Esta última ley prohibe, salvo circunstancias especiales, la importación y el transporte interestatal de fases vivas de insectos notoriamente dañinos para las plantas cultivadas.

Las leyes y los reglamentos postales reconocen los peligros implícitos en el transporte de insectos y de material huésped, restringiendo los envíos de ambas cosas. Las plantas de vivero y otras no pueden admitirse en correos a menos que

las acompañe un certificado de inspección. Está prohibido el uso del correo para el envío de fases vivas de todos los insectos, excepto el gusano harinero, las larvas de *Corydalis cornuta* que usan como cebo los pescadores, las abejas melíferas y el verdadero gusano de seda. Así, las leyes y reglamentos postales suplementan la Ley de Cuarentenas Vegetales de un modo importante. Los transportes corrientes incluyen también en sus tarifas las cuarentenas vegetales, los requisitos de inspección de las plantas de vivero y las leyes afines.

Las cuarentenas de los Estados y las disposiciones reglamentadoras son importantes para evitar la propagación de plagas dañinas por el país, y el Gobierno federal coopera en hacerlas cumplir. De acuerdo con estos lineamientos, los inspectores de tránsito informan a los funcionarios competentes del Estado de los envíos que han visto estar siendo transportados contraviniendo los reglamentos del Estado. Las cuarentenas de los Estados abarcan gran número de plagas de las plantas que no son objeto de las reglamentaciones federales. Los inspectores en tránsito prestan atención especial a las llamadas cuarentenas estandarizadas de los Estados relativas a insectos o a enfermedades en cuyo control participa el Departamento. La concerniente al gorgojo de la batata es un ejemplo.

Los inspectores de tránsito de los Estados que han adoptado la Ley de Inspección Terminal suelen cooperar en hacer cumplir dicha ley. La inspección terminal creada por esa ley y las inspecciones en tránsito son dos actividades claramente diferentes. La Ley de Inspección Terminal es una ley federal que provee a los Estados de los medios para inspeccionar los envíos por correo de plantas y productos vegetales destinados a su Estado particular, y el trabajo realizado de acuerdo con ella es sostenido enteramente con fondos del Estado. La inspección de tránsito se hace de acuerdo con la Ley de Cuarentenas Vegetales y es sufragada principalmente por asignaciones federales.

Las cuarentenas no pueden llenar todo su cometido —evitar la propagación de plagas peligrosas a nuevas localidades— si no se evita que los artículos infestados sean transportados a esas localidades. La inspección de tránsito tiene una parte importante en el control del transporte de artículos restringidos y en detener el transporte de material prohibido y peligroso. Todas las remesas, independientemente de su naturaleza, son transportadas en todo el país por ferrocarril, vehículos de motor, aeroplanos o barcos mercantes, o por una combinación de esos medios. Independientemente del medio que se emplee, se usan esquemas de ruta bien determinados, y los envíos transportados a distancias de 240 kilómetros o más pasan por terminales de transbordo o centros de distribución estratégicamente situados. Los envíos que son portadores potenciales de plagas desde una zona sometida a cuarentena se concentran en esos puntos clave.

En esas puertas de paso de los transportes se realiza la inspección en tránsito. Mediante viajes de inspección cuidadosamente cronometrados y coordinados, un número limitado de inspectores puede examinar un gran volumen de envíos de las zonas sometidas a cuarentena. Las unidades de control, con la supresión, el control o hasta la erradicación como finalidad, funcionan en cada zona sometida a cuarentena con una misión reguladora como aspecto importante y necesario de su programa. Detener las plagas por completo en sus mismas fuentes no puede lograrse, porque el completo control desde adentro sólo puede conseguirse con un ejército de inspectores y a un costo prohibitivo. Es imposible llegar a todos los remitentes y agentes de transportes de una zona sometida a cuarentena, o vencer la indiferencia de algunos a las disposiciones. El trabajo de esas unidades de control debe ser complementado por una actividad que las informe de lo bien o lo mal que los remitentes cumplen con las salvaguardias requeridas. La inspección en tránsito sirve a este propósito.

Desde su comienzo la inspección en tránsito se ha realizado en unos 40 lugares importantes por los que pasan paquetes postales, vagones de carga y barcos. Se han hecho ajustes en las operaciones a consecuencia de los cambios de cuarentena y los efectos resultantes para la importancia de una estación. En 1952 se realizó el trabajo sobre una base permanente en las importantes estaciones de cuarentena de Atlanta, Boston, Buffalo, Chicago, Dallas, Detroit, Houston, Jacksonville, Memphis, Nueva York, Omaha, Pittsburgh, St. Louis, St. Paul, Washington, D. C., y varios puntos de California. Entre las estaciones temporales de importancia se contaron Albani, Columbus, Denver, Fort Worth, Indianápolis, Kansas City, Nueva Orleáns y Springfield, Massachusetts.

El carácter del trabajo varía con la época del año. En la primavera y el otoño se concentra la atención sobre las plantas de vivero; en verano, sobre los envíos de frutas y hortalizas; en diciembre, sobre el transporte de árboles de Navidad, el césped y otros materiales decorativos, y en el resto del invierno sobre el transporte de cítricos y otras producciones del Sur.

Las inspecciones propiamente dichas se hacen de acuerdo con programas formulados de antemano en las terminales de paquetes postales; en las oficinas locales de correos; en las salas de clasificación de la correspondencia y la carga, en las estaciones de ferrocarril; en los vagones de equipajes, carga y correspondencia mientras están en las estaciones o en plataformas de carga; en los puntos de transbordo de la carga y en los patios de clasificación; en las terminales de transportes de motor; en los muelles, en las terminales o puntos de destino de los productos; en los mercados de flores, y en las terminales aéreas. Los esfuerzos se concentran en el examen del material procedente de las diferentes zonas sometidas a cuarentena, y sobre los transportes que no son o no pueden ser vistos en otras estaciones de inspección. Los turnos de servicio están combinados de manera que se obtenga el control más eficaz con independencia del día o la hora, ya que en todas las horas del día y en todos los días de la semana se manejan y transportan paquetes postales y vagones de carga. Las inspecciones están cronometradas de manera que los envíos admisibles sean despachados sin dilación. Se examinan las hojas de ruta de la carga de vagones completos o parte de ellos para complementar el examen de los envíos mismos. Las patrullas de carretera no son normalmente una función de la inspección en tránsito. Esa actividad la realizan habitualmente las unidades de control de carreteras importantes que salen de la zona sometida a cuarentena.

La inspección comprende no sólo el examen de los envíos que separan para los inspectores de tránsito los agentes de transportes cooperadores, sino también la busca real de paquetes que contienen, o se sospecha que contienen, materiales restringidos o prohibidos. Los paquetes no se examinan al azar, sino que son cuidadosamente seleccionados. En la revisión de los envíos en busca de los ilegales, guía al inspector una especie de sexto sentido: el tino de descubrir el material de contrabando. Por el tamaño, la forma, el peso, las marcas, el olor, el grado de humedad, el manipuleo y hasta el sonido de los paquetes, el inspector puede determinar su interés por un envío. No todos los paquetes seleccionados son realmente abiertos, porque después de comprobar el origen y el destino, de tener en cuenta las infracciones que probablemente se han cometido y de juzgar el contenido, el inspector puede determinar que no se necesita más examen. El juicio de un inspector experimentado sobre el contenido de un paquete no abierto es casi increíblemente exacto.

Podría yo dar muchos ejemplos. Un paquete consignado a una Compañía de herramientas tenía el aspecto y el peso de metal, pero no daba sonido metálico cuando se le golpeaba. Fue abierto, y se vio que contenía plantas de fresa con su tierra. Un bulto con la etiqueta y la hoja de ruta de "bastidores de alambre" despertó sospechas, y el examen descubrió que el contenido era mate-

rial vegetal sometido a restricciones. La investigación subsiguiente reveló que aquella falsedad era un intento deliberado de burlar los reglamentos. Una caja de cartón con el letrero "Sombrero.— No la aplaste" atrajo la vigilante mirada de un inspector y se encontró que contenía sólo ramas de acebo sin certificado. Una caja de plantones fuertemente envuelta y primorosamente disfrazada, remitida sin nombre ni dirección del remitente, tenía dentro una nota que decía que el agente de transportes se había negado a recibir el paquete a causa del "bando contra los insectos", ejemplo de intento de contrabando. Seis cajas de madera bien cubiertas con etiquetas que decían "orquídeas", flores exentas de certificado, fueron detenidamente examinadas a causa de su peso, y resultó que contenían plantas con su tierra sometidas a restricciones. Plantones de siemprevivas, descubiertos por su olor, se encontraron en un cajón completamente cerrado de muebles. Ramos de siemprevivas sin certificado procedentes de una zona con lagarta se encontraron en varias ocasiones en cajas de cartón con la etiqueta de "ropa lavada" y "ropa". Plantas vivas etiquetadas y declaradas como "flores" se han interceptado muchas veces.

Desde 1935 los inspectores de tránsito han examinado un promedio de 1.400,000 envíos por año en cumplimiento de cuarentenas. Además, se descubrieron un promedio anual de 2,260 transportados de un Estado a otro contraviniendo cuarentenas vegetales interiores decretadas por el Gobierno federal. Un año tras otro, las infracciones iban destinadas a casi todos los 48 Estados y el Distrito de Columbia, y otros más consignados a Alaska, Canadá, Cuba, Hawaii, México, Panamá, Zona del Canal y Puerto Rico.*

Además de estas infracciones federales e interestatales, los inspectores de tránsito comunicaron en ese mismo período a las organizaciones encargadas de hacer cumplir las disposiciones un promedio anual de más de 900 infracciones de requisitos de los Estados y de los reglamentos del distrito de Columbia. Muchas de ellas fueron comunicadas también al Departamento de Correos como violaciones de las leyes postales. Otras varias implicaban envíos intraestatales de plagas comprendidas en las cuarentenas federales. Las violaciones de la Ley de Plagas de Insectos no fueron numerosas, pero en un año se comunicaron hasta 50. También se descubrieron algunas infracciones de cuarentenas de plantas extranjeras.

El determinar la presencia o la ausencia de insectos o de enfermedades en material transportado contraviniendo los reglamentos no es la finalidad primordial de la inspección en tránsito. Pero desde 1941 se han hecho exámenes minuciosos de muchos envíos no certificados que probablemente albergaban insectos y enfermedades peligrosas, y así pudo valorarse mejor el trabajo, cuya importancia proclaman los resultados obtenidos.

Hemos encontrado el escarabajo japonés en tránsito con más frecuencia y en número mucho mayor. Se han cogido en Chicago, Cincinnati y St. Louis centenares de escarabajos japoneses adultos vivos en vagones frigoríficos de frutas y legumbres procedentes de la parte oriental de Maryland y de Virginia. En un solo vagón se encontraron hasta 61. Otros escarabajos japoneses adultos se encontraron en flores destinadas a varios puntos fuera de la zona en cuarentena. Larvas vivas de ese insecto hubieran viajado hasta zonas agrícolas a través del país si los inspectores de tránsito no las hubieran detenido súbitamente. Larvas de esas se han encontrado en plantas de fresas remitidas por un cultivador comercial a una zona rural de Minnesota; en el cepellón de una azalea enviada por un individuo a un amigo del sur de Illinois; en la tierra adherida a las raíces de avellanos enviados por barco desde un vivero a un lugar de Ohio; en paja mandada por correo por un particular a un lugar de Montana; en plantas de crisantemo

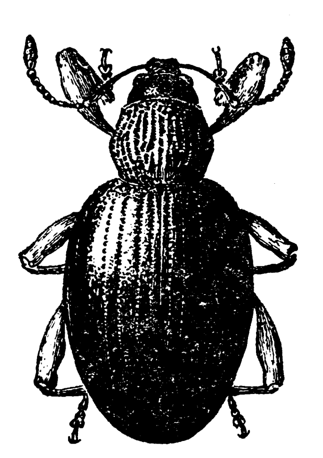
* Alaska y las Islas Hawaii son hoy Estados.—*(N. del T.)*

que iban como equipaje a la Florida; en césped enviado por un individuo a una dirección de Colorado, y en una remesa no comercial de rizomas de iris a California.

Masas de huevos de lagarta fueron quitadas de un envío privado de plantas decorativas dirigido por correo a un lugar de Long Island. Una de las masas de huevos se encontró sólidamente unida a material vegetal no restringido normalmente por la cuarentena. Registrando los mercados de flores de la ciudad de Nueva York en tiempo de Navidad en busca de árboles sin certificado transportados en camión y de ramos de la zona de la lagarta, los inspectores encontraron masas de huevos en árboles de dos cargamentos después de haber examinado solamente algunos manojos de cada carga. Troncos de abedul para chimenea tratados químicamente para que diesen llamas de colores fueron interceptados y se vio que estaban infestados de masas de huevos vivos.

El problema de la mano de obra migratoria como instrumento de diseminación de insectos y enfermedades de importancia económica está ilustrado y subrayado por el hallazgo de larvas de gusano rosado en sacos de pizcar algodón enviados por un pizcador ambulante a una zona muy importante como productora de algodón y no infestada de Texas.

Atendiendo ahora al hallazgo en tránsito de insectos destructores contra los cuales no hay disposiciones federales, vemos que una amplia variedad de plagas han podido ser atajadas. El gorgojo de la batata ha sido quitado en varias ocasiones de tubérculos de batata destinados a zonas productoras no infestadas de Texas. Vainas de quingombó infestadas de barrenador cuadrado del algodón fueron interceptadas en un paquete postal enviado desde Mississippi. El gusano rosado del algodón fue hallado en plantas de algodón de Georgia. Material infestado de escarabajos asiáticos de huerta fue descubierto varias veces, una de ellas en un paquete no comercial disfrazado consignado a Georgia, donde era desconocido aquel insecto. Con frecuencia ha sido interceptado maíz en tusa o zuro infestado de larvas del barrenador europeo del maíz y del gusano que ataca las raíces de esa misma planta. Envíos particulares de material infestado del gorgojo de la raíz de la fresa destinados desde Nueva York a lugares de Georgia, Minnesota y Oregón han sido detenidos en ocasiones. Rizomas de iris muy infestados de barrenadores del iris han sido hallados en viaje hacia puntos de California, Florida y Carolina del Norte. Un escarabajo del género *Carpophilus,* no registrado anteriormente en las naranjas, pero que se sabía que ataca el maíz y el ananás, fue recogido en una naranja de un envío no comercial por correo.



Gorgojo de la raíz de la fresa

Entre los insectos interceptados figuran además la alevilla de la almendra, el minador de la hoja de la azalea, la mosca blanca de la azalea, el minador de la hoja del boj, la chinche de los cereales, la mosca blanca de los cítricos, la alevilla de la manzana, el gorgojo del grano del café, el escarabajo de la patata de Colorado, la falsa lagarta oriental, la alevilla europea de los pimpollos del pino, la escama hemisférica, el minador de la hoja del acebo, el gusano importado de la col, la escama del enebro, la pequeña mosca de los bulbos, el escarabajo mexicano de la alubia, la mosca blanca de la morera, el gusano del naranjo, el esqueletizador del roble, la escama de la adelfa, la escama desbulla, la escama de la aguja del pino, la mosca de sierra tejedora del ciruelo, la escama piriforme y la escama de San José. Hasta termitas subterráneas se encontraron en un

envío de material de vivero. Las violaciones de la Ley de Plagas de Insectos incluían larvas vivas del barrenador europeo del maíz remitidas a una tienda de animales de Missouri, y especies vivas de saltamontes, grillos y hormigas consignados a diferentes destinos.

La mayor parte de esos insectos fueron recogidos en envíos transportados contraviniendo una o más órdenes federales de cuarentenas. Otros se encontraron en remesas que violaban los reglamentos de los Estados. Unos pocos se encontraron en envíos no sujetos a restricciones, pero que fueron examinados a causa de la posibilidad de una infracción. El tamaño de los envíos sin certificado y potencialmente peligrosos va de un pequeño paquete postal hasta todo un vagón. Muchas de las remesas iban destinadas a los lugares más remotos del país. Muchos, infestados de insectos destructores, iban camino de regiones agrícolas donde los insectos habrían encontrado condiciones adecuadas para establecerse.

¿QUÉ SE HACE CON LOS ENVÍOS transportados con violación de las cuarentenas vegetales interiores ordenadas por el Gobierno federal? Son inspeccionados en tránsito cuando es posible. Si están libres de plagas se les extiende un certificado y se les permite seguir el viaje. Cuando hay riesgo de plaga se devuelven al remitente. En casos graves, son confiscados y destruidos.

El primer procedimiento no debilita en absoluto el mecanismo del cumplimiento de las cuarentenas, porque en cada caso se les notifica al remitente y al agente de transportes la infracción que han cometido. Si el mismo remitente comete nuevas infracciones, éstas se tratan de otra manera. Si el material sometido a restricciones es de tal naturaleza que no pueda hacerse un examen completo para determinar si está libre de insectos o de enfermedades, por lo general se devuelve el envío al punto de origen. En la mayor parte de los casos el material prohibido se devuelve al remitente. Cuando los artículos están infestados o infectados de insectos o enfermedades importantes, se adoptan medidas más enérgicas: se tratan los artículos para hacerlos innocuos, se devuelven estrechamente vigilados al territorio infestado o se confiscan.

Por regla general, las acciones judiciales se limitan a las violaciones deliberadas o a los casos de negligencia crasa. La mejor política es informar a los remitentes y a las agencias de transportes de las reglamentaciones y de su necesidad.

En ausencia de una autoridad reglamentaria, los inspectores de tránsito no devuelven los envíos considerados violaciones de la reglamentación del Estado. Cuando los inspectores cuentan con facultades para actuar en nombre del Estado pueden emprenderse otras acciones.

La eficacia de la inspección de tránsito depende en gran medida de la cooperación que presten los empleados de correos y de los transportes comunes. Si se les requiere para ello, esos empleados apartan o exponen a la atención del inspector los envíos que pueden ser afectados por el reglamento de las cuarentenas. Muchas de las violaciones comunicadas por inspectores de tránsito en realidad han sido descubiertas por la competencia de empleados cooperadores de correos y de transportes. La inspección en tránsito es el cumplimiento de la ley, y el contar con la ayuda de dichos empleados multiplica por ciento nuestra vigilancia. Es incumbencia del inspector tener a los empleados de transportes informados de los reglamentos de las cuarentenas y del tipo de materia que se desea examinar.

Varios Estados en los que están situados puntos de transbordo toman parte en la obra de la inspección en tránsito dedicando a ese cometido inspectores del Estado. Se llaman colaboradores federales y en algunas estaciones hacen ellos todo el trabajo.

Toda infracción de una disposición federal es investigada a fin de informar

al remitente y al agente de transportes de los requisitos de la cuarentena y de los peligros que entraña la infracción. En consecuencia, los remitentes comerciales toman grandes precauciones a fin de evitar la interceptación y devolución de futuros envíos. Los empleados de correos y los agentes de transportes ponen más cautela en admitir envíos y suelen hacer una averiguación completa acerca del contenido de los bultos. Así se impiden innumerables envíos potencialmente peligrosos que no aparecen nunca en los informes de los inspectores.

Ahora se interceptan muy pocas violaciones de las viejas cuarentenas, prueba, para mí, de la eficacia del trabajo. Cuando se someten a cuarentena nuevas zonas y se restringen artículos nuevos, las interceptaciones son numerosas, pero van decreciendo gradualmente. La inspección en tránsito ha dado a conocer a muchos remitentes y empleados de transportes las reglamentaciones de las cuarentenas y los peligros de diseminar plagas. Muchas infestaciones potenciales y la consiguiente y probable propagación de esos insectos y enfermedades se han evitado mediante las oportunas interceptaciones realizadas por inspectores de tránsito.

La inspección en tránsito es un servicio de protección que protege al país contra la diseminación de insectos y enfermedades de las plantas a través de los habituales canales comerciales. Es un complemento necesario de los programas para el control de plagas. Es necesaria para hacer frente a los ignorantes y a los inescrupulosos. Es el mejor medio de asegurar el cumplimiento de las cuarentenas vegetales interiores de carácter federal en lo que respecta a los envíos hechos por correo, tren o barco. Detener los envíos de material huésped sin certificado es tanto, en muchos casos, como detener las plagas mismas. Hay extensas zonas en este país todavía no infestadas ni infectadas de insectos y enfermedades destructores que sólo tienen un campo reducido, y esas zonas tienen derecho a la mejor protección posible que podamos darles. La inspección en tránsito en lugares de paso que controlan la mayor parte del tráfico procedente de zonas infestadas, o el transporte a zonas libres de plagas, es un modo económico y eficaz de proteger los miles de millones de dólares ya invertidos en la lucha contra las plagas.

E. A. Burns *es el primer ayudante en la oficina de inspección en Hoboken, Nueva Jersey, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Con anterioridad estuvo encargado de las inspecciones de tránsito en la región de los Estados del Norte. Se graduó en el Colegio Tufts en 1933 y entró a prestar sus servicios en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en 1935. Después de haber sido encargado de varios proyectos de represión, se le destinó a la unidad de inspecciones de tránsito y ha efectuado esas inspecciones en muchos de los puntos más importantes de tránsito en el país.*

La inspección en las terminales

A. P. Messenger

Desde 1881 los Estados tratan de protegerse mediante la legislación contra la introducción de plantas y productos vegetales infestados de plagas enviados de una localidad o un Estado a otra u otro. Aunque la Ley Federal de Cuarentenas Vegetales reconoce la autoridad de los Estados para establecer cuarentenas contra productos de otros Estados que pueden ser un medio para introducir plagas dañinas a la agricultura, las leyes de los Estados no se aplicaban a los

envíos de tales artículos por correo hasta que fue aprobada la Ley de Inspección en las Terminales de Correos en 1915.

Antes de crearse el servicio de paquetes postales en 1913 las limitaciones del peso para los envíos por la cuarta clase de correos, incluidas plantas y semillas, eran de 2 kilogramos. Este límite evitaba un amplio uso del correo para enviar dichos artículos. El límite primero de 5 y medio kilogramos para los paquetes postales se aumentó a 10 kilogramos, después a 25 y finalmente a 35. Los cambios y el aumento del límite de tamaño de 183 cms., a 214, y después de 2.54 m., de largo y contorno sumados, hicieron que pudieran usarse, y más cómodos, los paquetes postales para el transporte de plantas de vivero y productos vegetales.

Mucho antes de la adopción de la Ley de Cuarentenas Vegetales, el Departamento de Correos adoptó una reglamentación por la cual las plantas de vivero se aceptan en el correo sólo cuando las acompaña un certificado del inspector del Estado o federal en que conste que el vivero o los terrenos de donde procede dicho material fueron inspeccionados menos de un año antes y se les encontró libres de insectos dañinos y de enfermedades de las plantas. Esta reglamentación fue un factor que retrasó la propagación de muchas plagas graves existentes en viveros.

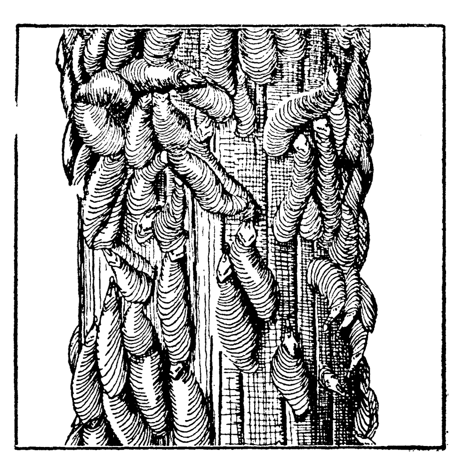
Con el uso cada vez mayor del servicio de paquetes postales para el transporte de plantas y productos vegetales, los funcionarios de muchos Estados advirtieron que las restricciones impuestas a las plantas de vivero eran insuficientes, y mediante sus gestiones se redactó y aprobó por el Congreso la Ley de Inspección en las Terminales de Correos el 4 de marzo de 1915. Dispone esta ley que todo ese material sea sometido a la inspección de funcionarios del Estado antes de entregarlo al consignatario.

Todo Estado que quiera aprovechar las disposiciones de la Ley de Inspección en las Terminales tiene que crear y sostener en las terminales un servicio de inspección de las plantas y los productos vegetales, a sus expensas y en uno o más lugares. Los empleados del Estado encargados del servicio tienen que presentar a la Secretaría de Agricultura una lista de plantas y productos vegetales y de las plagas transmitidas por unas y otros que crean que deben someterse a la inspección terminal. Una vez aprobada la lista, la Secretaría de Agricultura la transmite al director general de correos. A partir de ese momento, previo el pago del franqueo, todos los paquetes que contienen dichas plantas o productos son remitidos por los administradores de correos a su destino para la inspección del funcionario competente del Estado. El inspector del Estado devuelve las plantas o productos vegetales al lugar de inspección para que se lo envíen al consignatario, si encuentra que no violan una cuarentena vegetal y están libres de plagas dañinas. Si están infestadas, las desinfesta. Si no puede desinfestarlas satisfactoriamente, el empleado del Estado lo notifica al administrador de correos del lugar de la inspección, quien a su vez notifica al remitente que se le devolverán a petición suya y a sus expensas, o, a falta de esa petición, los paquetes se devuelven a la autoridad del Estado para que los destruya. También dispone la ley que los paquetes vayan claramente marcados para que se sepa cuál es su contenido por una inspección exterior. Quien deje de marcar así los paquetes será castigado con una multa que no pasará de 100 dólares.

El manejo de los paquetes sometidos a la ley fue simplificado después, ahorrándole al remitente el franqueo necesario para enviarlos al inspector del Estado en un punto designado para la inspección terminal, del cual pueden ser enviados a su último destino, una vez cobrado el franqueo. Otra modificación de la ley permite la liberación del material no infestado de un paquete; al remitente se le pregunta si el material infestado del paquete se le envía a sus expensas.

Otra modificación de la ley, que se hizo efectiva en octubre de 1936, proveía lo necesario para una cooperación mayor del Departamento de Correos en el

cumplimiento de las leyes y reglamentos del Estado sobre cuarentenas vegetales. Con anterioridad, los paquetes postales podían ser rechazados bajo la autoridad del Estado únicamente si estaban infestados de plagas dañinas y no podían ser desinfestados satisfactoriamente. Según la ley enmendada, la entrega de los paquetes debe impedirse si las plantas o los productos vegetales fueron puestos en correos violando una ley sobre cuarentenas vegetales o el reglamento de dichas cuarentenas, aquélla y éste del Estado. Pero esto sólo puede hacerse después de que el Estado en cuestión haya presentado una lista de plantas y productos vegetales y de las plagas transmitidas por ese material, juntamente con una descripción de la zona en que están prohibidos dichos artículos por las leyes y los reglamentos sobre cuarentenas del Estado. Recibida notificación de la Secretaría de Agricultura de haber sido aprobada dicha lista, el Departamento de Correos da instrucciones al administrador de correos para evitar la aceptación del material cuando se remita por correo con violación de las leyes o reglamentos sobre cuarentenas del Estado.



Escama de concha de ostión.

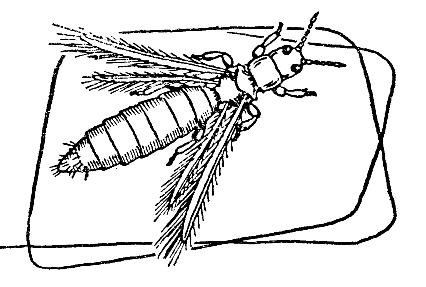
La enmienda ha sido de particular beneficio para los Estados, protegiéndolos contra la entrada de plagas que la inspección no puede descubrir en el momento de su entrada. Además, mediante la publicación oficial del Departamento de Correos, todo administrador de correos de los Estados Unidos es informado de los artículos prohibidos por la ley o el reglamento y de las plagas que transmiten, y puede aconsejar adecuadamente al remitente respecto de los artículos que están prohibidos en el Estado de destino, ahorrando así los costos de franqueo, y en muchos casos el artículo mismo, que no podría ser entregado.

En 1952 era exigida la inspección terminal en Arizona, Arkansas, California, Distrito de Columbia, Florida, Hawaii, Idaho, Minnesota, Mississippi, Montana, Oregón, Puerto Ricto, Utah y Washington.

El servicio de paquetes postales se ha convertido en un importante medio de transporte de plantas y de muchos productos vegetales. En California, uno de los primeros Estados en imponer la inspección terminal y que figura a la cabeza por sus esfuerzos y gestiones para conseguir la legislación que enmendase la ley, la Ley de Inspección en las Terminales es ahora una de las más importantes para el cumplimiento efectivo de las cuarentenas vegetales del Estado.

A. P. Messenger *asistió a la Universidad de California y estuvo siete años como agricultor antes de unirse al Departamento de Agricultura en 1921. Estuvo a cargo de la aplicación de las cuarentenas de plantas en los puertos de San Pedro y San Francisco durante 24 años y fue subjefe de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas del Departamento de Agricultura del Estado de California desde 1945 a 1948, cuando se le nombró jefe de la Oficina de Cuarentena de Plantas.*

Otros medios de combatir plagas



Insectos enemigos de insectos

Barnard D. Burks

UN ESPECTÁCULO común en el país es el de los grandes nidos de papel gris construidos por las avispas caretas o cariblancas. Por lo general cuelgan de una rama fuerte de un árbol en el borde de un bosque.

En el interior del nido esas avispas hacen una vida social muy parecida a la de la abeja melífera. Cada nido tiene una sola reina, madre de todos los otros individuos de la colonia. Las trabajadoras, las hembras estériles, cuidan a la empolladura en crecimiento y hacen otros trabajos domésticos en el nido o sirven como forrajeadoras recorriendo el campo para recoger alimento y materiales para construir y conservar el nido.

Los avispones adultos por lo general se alimentan con el néctar de las flores, pero toman casi todos los alimentos fluidos de que pueden disponer. Sólo toman líquidos porque la abertura de su boca es tan pequeña que no pueden tragar sólidos. Los alimentos de los adultos son principalmente hidratos de carbono, pero las crías necesitan proteínas. Para conseguirlas los avispones capturan orugas.

El avispón reconoce a su víctima por la vista. Cuando anda a la caza de orugas vuela cerca del suelo o entre las hojas, buscando una víctima adecuada. Cuando la ve, se lanza sobre ella.

No pica a su víctima hasta matarla, sino que la descuartiza viva. Rápidamente despedaza a la oruga, que pugna por defenderse. A veces la lleva al nido para cortarla allí; mas por lo general lo hace afuera. Si la oruga es pequeña, el avispón se cuelga cabeza abajo sujetándose con un pie a una rama cómoda y empieza a masticar a la víctima. Si la oruga es grande, se posa en el suelo y la destaza allí.

Su manera de tratar a la víctima es impasible y metódica. Primero la macera con las mandíbulas hasta ablandar los músculos y otros tejidos. Después la corta con los dientes. A medida que avanza en su trabajo, traga los líquidos y forma bolitas con las partes líquidas y las lleva al nido para las crías. Si la oruga es demasiado grande para consumirla de una vez, el avispón corta una parte de ella, la lleva al nido y después vuelve por el resto. Cuando tiene que dejar atrás una parte de la víctima, explora cuidadosamente el territorio que la rodea y observa las señales distintivas, para las cuales tiene una memoria notable que le permitirá encontrar otra vez el punto en que dejó su presa. Cuando ha acabado de destazar a la oruga, separa las partes incomestibles.

De vuelta en el nido, los avispones nodrizas se hacen cargo de las bolitas de carne sólida de la oruga, las parten en pedacitos y los dan a las crías. Los trocitos incomestibles son sacados y tirados fuera del nido.

Los avispones no siempre son las mejores amas de llaves, sobre todo al final de temporada, cuando el vigor declina. En el fondo del nido pueden acumularse algunos restos de comida. Algunas moscas basureras entran entonces para poner sus huevos y criar una generación de larvas en los desperdicios. El nido hasta puede infestarse de cucarachas. Y, aunque los avispones están prontos a defender su nido, una avispa parásita, *Sphecophaga burra,* puede invadirlo a veces y depositar sus huevos en el cuerpo de algunas de las larvas de avispón en desarrollo. Las larvas que salen de esos huevos comen al principio interiormente y después exteriormente los cuerpos de los avispones inmaduros, y finalmente los matan. Este parásito en ocasiones es parasitado a su vez por una diminuta avispa calcídida, *Dimmockia incongrua.*


Nido de avispón careto o cariblanco

El avispón careto o cariblanco es uno de los miles de insectos que viven a expensas de otros insectos. Su vida y actividades son ejemplo de un mecanismo mediante el cual la naturaleza mantiene refrenada a una especie. Todos hemos oído hablar de la enorme capacidad reproductora de los insectos, por ejemplo las moscas, que cubrirían toda la tierra con un espesor de más de 14 metros en el término de 5 meses si llegase a la madurez y se reprodujese toda la prole de una sola pareja de moscas caseras. Con frecuencia algunos insectos llegan a ser desastrosamente abundantes; pero ninguna especie ha llegado ni remotamente al número de individuos a que podría llegar teóricamente, simplemente porque ningún insecto tiene siempre la posibilidad de seguir multiplicándose con la rapidez con que puede hacerlo. Como la mayor parte de los seres vivos, los insectos son susceptibles a las enfermedades causadas por bacterias y hongos. Otro freno que actúa sin cesar son sus enemigos.

A veces sus peores enemigos son sus mismos parientes.

Durante toda su vida, desde el huevo hasta la muerte, la mayor parte de los insectos están rodeados por otros que procuran comérselos, o poner en ellos sus huevos, o cogerlos y llevarlos para que sirvan de alimento a sus crías. Muchos insectos saquean la comida que sus parientes más laboriosos han acumulado. Mientras los intrusos se crían gordos, los desamparados jóvenes que debían haber aprovechado la comida reciben la muerte o mueren de inanición.

Ningún insecto está completamente a salvo de esas depredaciones, ya viva en el interior de un árbol aparentemente seguro, en nidos de barro, bajo la superficie de pozos y ríos o enterrado en el suelo.

Piénsese también en el guardia montado bien conocido en los distritos rurales del Sur. Es una avispa grande, agresiva, negra y amarilla, que zumba fuertemente. Los animales de granja, que se sienten angustiados por el zumbido relativamente modesto de los tábanos y los estros o reznos permanecerán tranquilos cuando los guardias montados zumban a su alrededor: se dan cuenta rápidamente de que las avispas están cazando las moscas que los están atormentando. Es una relación de beneficios mutuos. Los animales atraen a las moscas, de suerte que es fácil cazarlas alrededor de ellos; y las avispas, cazando las moscas, libran al ganado de las plagas.

El guardia montado, que es igualmente celoso de la comodidad del ganado vacuno y de las mulas, no caza las moscas para comérselas ella. Como la mayoría de las avispas adultas, se alimenta del néctar de las flores y de la secreción dulce que producen los áfidos y los insectos escamas. El guardia montado caza las moscas para alimentar a sus crías.

Cría a su prole en nidos que excava en suelo arenoso y suelto. Ordinariamente, tarda dos días en excavar y terminar un nido. Hace túneles de 46 ó 47 centímetros, al final de los cuales abre una pequeña cámara donde pone un huevo. Cuando ha terminado de excavar el nido, ha formado a la entrada un gran montón de arena, pero se cuida de no dejarlo como señal que marca la entrada del nido. Cierra dicha entrada con arena y después esparce el montoncito, dejando completamente lisa la superficie alrededor del nido. Cuando ha terminado, no hay señal de ninguna clase que indique dónde está la entrada, aunque a ella no le cuesta ningún trabajo encontrarla.

El huevo, en el fondo del nido, madura en 2 días. Entonces el guardia montado empieza a llevar moscas, una de cada vez, para alimentar a la larva. Vuela por encima del territorio circundante en busca de moscas de tamaño conveniente. Como las moscas se encuentran más fácilmente alrededor del ganado, allí es donde ella caza. Caza las moscas en el aire, en vuelo, y las pica hasta que las mata. (Otras muchas avispas que surten sus nidos de moscas no las matan, sino que las paralizan únicamente picando hábilmente un nervio vital.)

El guardia montado sujeta la mosca entre las patas y la lleva a la entrada del nido. Echa a un lado la arena que oculta la entrada y lleva la mosca a la joven larva, que inmediatamente empieza a comer la mosca recién muerta. Después, habiendo dado la comida a su cría, el guardia montado deja el nido y vuelve a cerrar la entrada. Sigue llevando una mosca de cada vez para alimentar a su larva hasta que está plenamente desarrollada y se niega a comer más.

La larva en desarrollo come todas las partes blandas de las moscas, pero rechaza las patas, la cabeza y las alas. Las deja a un lado. Pero como la larva es esencialmente inmóvil, las partes rechazadas de las moscas permanecen intactas. Por tanto, podemos abrir un nido, sacar las alas y contarlas. Dividiendo el total por dos tenemos el número exacto de moscas que la larva ha comido. A mediados del verano una larva termina su desarrollo en unas dos semanas. Si se cuentan las alas encontradas en un nido de guardia montado, se verá que el promedio de moscas que una larva consume durante su crecimiento es de 50. Como la mayor parte de las cabezas de las moscas se conservan también intactas, pueden identificarse con exactitud las especies de moscas. Los nidos estudiados contenían predominante o exclusivamente tábanos.

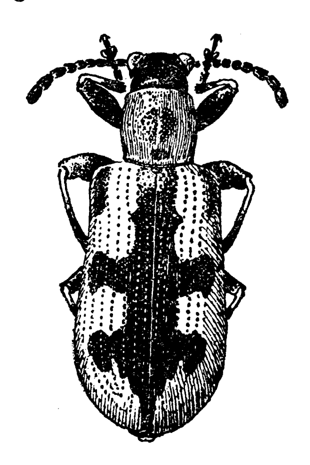
A medida que la larva de un guardia montado se acerca a la madurez, consume moscas cada vez en mayor cantidad. Como cada guardia montado cría varios individuos jóvenes simultáneamente, está extremadamente ocupado, cazando moscas para alimentar a su voraz prole.

En abril y mayo estamos casi seguros de encontrar el escarabajo del espárrago saliendo de su hibernación en nuestros lechos de espárragos. El lindo y decorado escarabajo aparece casi al mismo tiempo que la primera brizna de un espárrago se abre camino hasta la superficie del suelo. Inmediatamente empieza a roer las tiernas yemas de los extremos de las espigas y pocos días después comienza a poner huevos. Trepa sobre los brotes, tachonándolos cuidadosamente con sus huevos anaranjados. En 10 días maduran los huevos y producen una horda de larvas gordas que se alimentarán de los tallos de los espárragos y las hojas plumosas a medida que brotan y se abren.

Si miramos atentamente, veremos que muchos de los huevos —a veces casi todos— no se abren. Porque apenas ha terminado su puesta el escarabajo del

espárrago cuando aparece su mayor enemigo. Es una pequeña avispa, *Tetrastichus asparagi,* más pequeña que el huevo mismo del escarabajo. La avispa se pone a trabajar inmediatamente para destruir los huevos.

El tetrastichus procede metódica y deliberadamente en su obra de destrucción. Vuela entre los tallos de los espárragos y después se posa sobre uno moteado de brillantes huevos. Camina sobre el tallo moviendo las alas de un modo característico de las avispas, y explora con las antenas la superficie de la planta. Cuando encuentra un huevo del escarabajo del espárrago lo examina cuidadosamente, empleando las antenas para probarlo desde diferentes puntos de vista. Cuando al fin se convence de que el huevo está exactamente a punto para su propósito, trepa sobre él, desenvaina su ovipositor y lo hunde en el huevo, lo saca y vuelve a hundirlo otra vez en dirección ligeramente distinta. Sigue metiendo su lanceta en el huevo hasta que su sustancia interior está completamente suelta. Entonces se baja del huevo, aplica la boca en el agujero que ha hecho en él y sorbe el contenido líquido hasta que no queda más que la cáscara. El tetrastichus es más pequeño que el huevo, pero se las arregla para comer unos cinco al día. Como suele haber muchas de estas avispas alrededor de cada lecho o tabla de espárragos, con frecuencia la mitad o las tres cuartas partes de todos los huevos puestos por los escarabajos del espárrago serán chupados hasta vaciarlos y no madurarán nunca.



Escarabajo del espárrago.

Pero el tetrastichus no se come todos los huevos de escarabajo del espárrago que encuentra. Algunos deben servir para contener sus propios huevos. Clava cuidadosamente el ovipositor un poco por debajo de la superficie de esos huevos, teniendo cuidado de no romper el contenido, y deposita uno, dos o tres huevos en cada uno. Aparentemente deja intactos los huevos del escarabajo del espárrago. Sólo una pequeña herida muestra dónde han sido picados.

Los huevos del escarabajo del espárrago que contienen huevos de tetrastichus maduran normalmente y producen larvas gordas en nada diferentes, por lo menos exteriormente, de las que salen de huevos que no han sido tocados. Las larvas se alimentan a su manera habitual y llegan a la madurez en un plazo de 3 a 5 semanas. Después dejan las plantas de los espárragos y caen al suelo, donde forman celdas para pasar la fase de ninfas, exactamente como hacen las larvas normales del escarabajo. Pero una vez formadas las celdas, las larvas del tetrastichus, que han permanecido dentro de los cuerpos de las larvas del escarabajo todas aquellas semanas, empiezan a crecer. Comen vorazmente dentro del cuerpo de la larva y en una semana aproximadamente lo reducen a un resto andrajoso y sin vida. Ahora las larvas ocupan las celdas que debieron haber contenido escarabajos del espárrago en crecimiento. Maduran rápidamente: sólo una semana después terminan su desarrollo como ninfas y están listas para salir como individuos adultos. Los adultos salen entonces del suelo y están dispuestos a realizar su obra de destruir escarabajos del espárrago.

Si el tetrastichus alcanzase la madurez dentro de la celda del escarabajo a fines del otoño, permanecería allí, como larva o ninfa totalmente desarrollada, durante el invierno. En la primavera siguiente los adultos saldrán sólo unos pocos días después de haber salido de la hibernación el escarabajo del espárrago.

Esas destructoras del escarabajo del espárrago son una raza de amazonas. Tan eficientes han llegado a ser, que hasta han eliminado las incertidumbres del

noviazgo. Su tribu viene de generación en generación poniendo huevos no fecundados que sólo producen hembras.

Cuando se estableció en los Estados Unidos el escarabajo japonés se multiplicó rápidamente porque aquí vivía sin los enemigos que lo acosaban en Oriente. En el Japón, en Corea y en la China oriental se hizo una intensa investigación en busca de los parásitos nativos de los escarabajos. Uno de los más prometedores fue la *Tiphia popilliavora,* que fue aclimatada desde Connecticut hasta Virginia.

Los adultos de la tiphia son avispas de un negro brillante que miden unos dieciséis milímetros de largo. Aparecen en agosto para aparearse y se alimentan del néctar y el polen de las flores. Después, cuando una hembra está ya lista para empezar a poner huevos, vuela a una zona infestada de larvas de escarabajo japonés y excava el suelo para encontrarlas. Cuando localiza una satisfactoria se le acerca por detrás, la agarra firmemente y se sube sobre su espalda hasta que su cabeza queda al nivel de la de su presa. La larva se debate con denuedo, pero rara vez logra escapar a esta decidida avispa. La tiphia alarga el extremo de su abdomen en torno del costado de la larva hasta que llega a ponerlo en medio de sus patas, y entonces lo clava varias veces en el lado ventral de su tórax. En cuanto hiere el centro nervioso torácico, la larva deja de luchar y se queda inerte.

La tiphia macera toda la superficie ventral del abdomen de la larva con sus mandíbulas. Después raspa la piel entre los segmentos abdominales quinto y sexto con el extremo de su abdomen para hacer un sitio blando y suave al huevo que no tardará en poner allí. Finalmente, después de unos 15 minutos de esa preparación, pega un huevo en el abdomen de la larva. Cuando ha terminado, mordisquea una pata de la larva y lame el fluido del cuerpo que mana de la herida.

La larva revive al cabo de unos 30 minutos y empieza de nuevo a comer las raíces de las hierbas. El huevo de tiphia madura en un término de 5 a 8 días, según sea la temperatura. Al fin se abre y la joven larva saca la cabeza. Inmediatamente clava las mandíbulas en la piel de la larva y chupa los fluidos del cuerpo. La larva sigue viviendo y comiendo, pero su fuerza va disminuyendo gradualmente a medida que el parásito saca más y más fluido de su cuerpo.

Al crecer esta larva en su primera fase, el aumento de tamaño hace que la cáscara del huevo se hienda longitudinalmente, casi hasta el extremo. Cuando la larva ya está lista para la muda, no sale completamente de su antigua piel, sino que deja metido en ella el extremo posterior de su cuerpo. La piel abandonada permanece pegada a la cáscara del huevo, que a su vez está pegada a la pared del cuerpo de la larva. De esta suerte la larva de la tiphia conserva su dominio sobre la otra larva.

Cada vez que la larva de tiphia muda de piel, las antiguas mandíbulas quedan pegadas a la piel desechada y las mandíbulas nuevas abren una nueva perforación o boca para alimentarse por ella. Las pieles de las sucesivas fases larvarias quedan debajo de la larva como un cojín. Durante la quinta fase muere al fin la larva del escarabajo japonés. Entonces la larva de tiphia se come el cadáver entero, dejando sólo la cabeza y las patas, y hasta se come sus viejas pieles desechadas, porque ya han perdido su utilidad.

La larva de tiphia tarda de dos a cuatro semanas en hacer su trabajo. Después hila su capullo. Esto le lleva dos días, pero al fin la tiphia ha hecho para sí misma un refugio fuerte y duradero, rugoso por afuera, pero de una suavidad satinada por dentro. Allí dormita durante el invierno, la primavera siguiente y primera parte del verano. Entra en la fase de ninfa a fines de julio o principios de agosto y sale como individuo adulto a mediados o fines de agosto.

En las noches húmedas y tibias de fines de la primavera acuden volando

a las luces exteriores muchedumbres de escarabajos de mayo o junio. Circulan errabundamente alrededor de las lámparas, o encuentran un lugar próximo para descansar, se posan y permanecen quietos y con los ojos fijos en el resplandor que los hipnotiza. Si se les toca, caen pesadamente al suelo y allí se quedan sacudiendo las patas; pero no tardan en recobrarse y echar a volar para unirse a la multitud que vuela en torno de las luces.

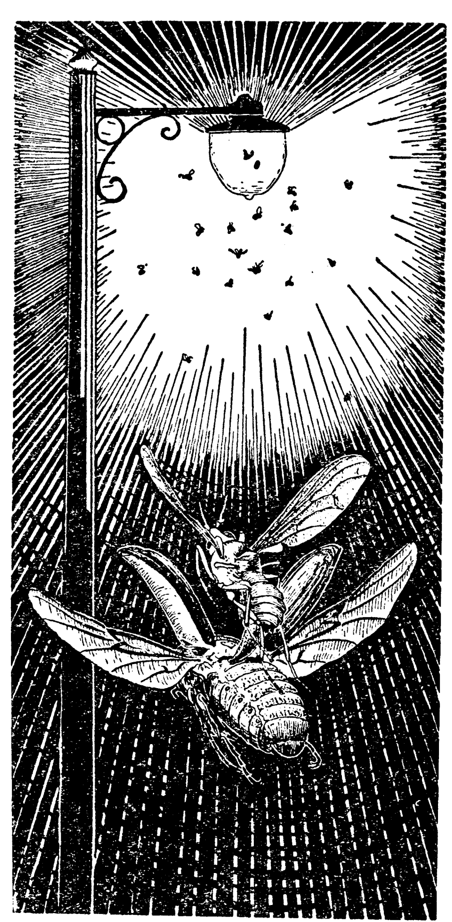
Muchas veces no están solos. Entre ellos podemos ver a su enemigo, la mosca pyrgota. El vuelo de los escarabajos de mayo es torpe, pero las pyrgotas se mueven con rapidez y seguridad. Una de ellas quizá vuela en medio del enjambre de escarabajos y, eligiendo una hembra gorda, rápida como un rayo le dará una punzada con su ovipositor, que parece un estilete, y pone un huevo dentro del cuerpo del escarabajo. La pyrgota atraviesa la piel fina de la espalda, que sólo queda libre en los momentos en que el escarabajo de mayo tiende las alas en vuelo. El escarabajo herido cae al suelo instantáneamente, pero parece recobrarse pronto y se suma a los otros que vuelan en torno de la luz o va a entregarse a las actividades nocturnas normales de estos escarabajos: comer suculento follaje o aparearse.

Cuando vuelve la luz del día, el escarabajo se oculta bajo el suelo para pasar la noche, y en las noches sucesivas vuelve a salir de debajo de tierra; pero ya le queda poco tiempo, porque el huevo que lleva en el cuerpo madurará en 4 ó 5 días.

Cuando el huevo se abre, la joven larva de pyrgota se alimenta de los fluidos y de la reserva de grasa del cuerpo del escarabajo, creciendo rápidamente y zapando su fuerza. Cada noche vuela el escarabajo con menos vigor, y al cabo de una semana su vitalidad es tan baja, que no puede salir de su madriguera. Ahora bien, aunque todavía está vivo, es vencido por la debilidad. Entretanto la larva de pyrgota, habiendo consumido casi todos los fluidos y la grasa del cuerpo, ataca osadamente los músculos y los órganos vitales. En un plazo de 10 a 14 días a partir del primer ataque, el escarabajo de mayo está muerto.

La larva entonces se vuelve carroñera y vacía completamente el cuerpo del escarabajo muerto. En poco tiempo quedan sólo las partes exteriores duras, y dentro de esa cáscara está la larva, gorda y totalmente crecida, de la pyrgota. No tarda en transformarse en ninfa y entonces entra en una larga quietud.

La ninfa permanece dentro del escarabajo difunto, en la madriguera subterránea, durante el verano y el invierno siguiente. Al llegar la primavera sale en forma de adulto, para empezar a atacar a la nueva generación de escarabajos.

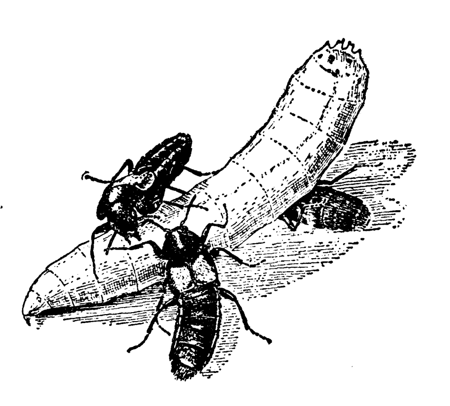


Escarabajos de mayo volando alrededor de la luz, y mosca pyrgota ovipositando en uno de ellos

Las moscas pyrgotas y los escarabajos de mayo no están muy bien sincronizados. Una generación de pyrgotas aparece cada año, pero una generación de escarabajos dura tres años. Cada primavera salen, desde luego, algunos escarabajos de mayo, porque las diferentes generaciones se traslapan, pero unas generaciones son mucho más numerosas que otras. Las moscas pyrgotas que se desarrollan en un año en que abundan los escarabajos pueden encontrarlos muy escasos al aparecer al año siguiente. Cuando ocurre esto, algunas moscas pyrgotas perecen sin poder encontrar escarabajos en que poner sus huevos.

Las moscas pyrgotas no son los únicos enemigos de los escarabajos de mayo. Algunas moscas larvavóridas, o taquínidas, también los acosan. Pero mientras las moscas pyrgotas atacan osadamente y ponen sus huevos en los cuerpos de los escarabajos, los larvavóridos atacan cautelosamente. Adhieren subrepticiamente sus huevos en el cuerpo del escarabajo cuando éste está vuelto de espalda.

Es seguro que todo el que cultiva coles u otras legumbres crucíferas conoce la oruga de la col. Plantamos plantas jóvenes en la primavera y esperamos que crezcan vigorosamente, y por el contrario se marchitan y mueren. Cuando arrancamos una, vemos que las raíces y la parte inferior del tallo están convertidos en una masa fofa de tejido macerado y podrido. Aquella nauseabunda comida está agujereada por las orugas de la col.



Aleochara atacando a una oruga de la col

Si ahondamos en la tierra alrededor de las raíces infestadas podemos encontrar pequeños escarabajos piratas, *Aleochara bimaculata,* que son el principal enemigo de la oruga de la col. Los aleochara miden unos 6 milimetros de largo y tienen el cuerpo delgado y de un negro brillante y las patas pardas. Cuando estos pequeños escarabajos corren (nunca parece que andan, sino que siempre tienen prisa), tuercen sus flexibles abdómenes a un lado y otro o sobre la espalda. Huyen de la luz, y cuando los descubrimos en el suelo vuelven a enterrarse otra vez rápidamente.

Estas interesantes y diminutas criaturas construyen en la tierra una serie de túneles intercomunicados entre pequeñas cámaras subterráneas. En este abrigado laberinto despachan sus asuntos los escarabajos. Suelen vivir varios juntos de un modo que parece indicar una vida social.

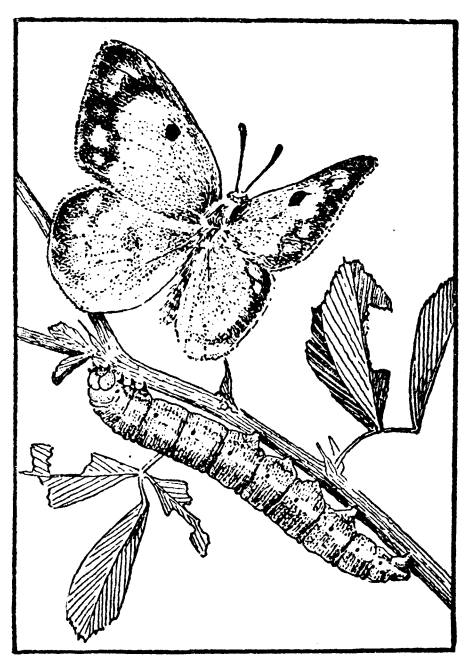
Los escarabajos adultos comen orugas de la col y otras larvas de moscas que viven en el suelo. Son despiadados depredadores y atacan y comen orugas mucho mayores que ellos. Cazan solos o en pequeños grupos a través de la tierra, y cuando encuentran una oruga la atacan, le desgarran los costados y se la comen.

Los escarabajos aleochara hembras, después de aparearse, ponen sus huevos en lugares en que hay orugas de la col. Con eso evidentemente creen que han cumplido su deber con su prole; dejan que las pequeñas larvas se valgan por sí solas.

Las larvas salen de los huevos unos 10 días después de puestos. Tienen el cuerpo pardo y córneo, la cabeza y las piezas bucales bien desarrolladas y receptores sensoriales y patas muy parecidos a los de la mayor parte de las larvas de escarabajos piratas. Las diminutas larvas empiezan a cazar entre la tierra en busca de ninfas de la oruga de la col. Las ninfas están encerradas en ninfarios formados con la piel rugosa y endurecida de la última fase larvaria. Ni siquiera

esa casi impenetrable cubierta es bastante fuerte para rechazar a las larvas de aleochara.

Cuando encuentra el ninfario de una oruga de la col, la larva de aleochara se pone a trabajar para abrir un agujero en él. Es un trabajo lento, pero la larva puede agujerear la barrera después de varias horas de esfuerzos. Entonces se mete dentro y cierra después el agujero de entrada. Una vez dentro, la larva se sube sobre la dormida ninfa de oruga de la col y avanza hasta que llega a un punto de la espalda precisamente en la base de la cabeza. Allí se pone a comer, agujereando la piel de la ninfa y lamiendo el contenido semilíquido.



Oruga de la alfalfa y mariposa

En tres o cuatro días la aleochara ya está lista para la muda. Se le hiende la piel y sale la larva en su segunda fase. Esta larva se diferencia en estructura de la activa primera fase de la larva. La cubierta del cuerpo es blanda y blanca, y los sentidos receptores, las patas y las piezas de la boca se han hecho rudimentarias. La larva sigue alimentándose agujereando la piel de la ninfa, viva aún, de la oruga de la col y crece rápidamente. Al cabo de otra semana rebasa la piel de su segunda fase y vuelve a mudarla. Ahora ya está crecida del todo y es casi tan larga como la ninfa de la oruga de la col lo era al principio, aunque después se ha reducido a un pellejo vacío y arrugado. La aleochara descansa unos días y después se hace ninfa. Dos semanas más tarde ya está listo para salir el individuo adulto. El escarabajo adulto abre con las mandíbulas un agujero en la pared del aún duro ninfario y sale. Ahora encontrará a su pareja, emprende el trabajo de ampliar y conservar las ancestrales galerías y cámaras y sigue diezmando las orugas de la col. En una temporada quizá cae víctima del agresivo escarabajo hasta el 80 por ciento de las orugas de la col que hay en un campo.

Barnard D. Burks *es entomólogo de la división de identificación de insectos de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Nació en Nuevo México y recibió el grado de doctor en entomología en la Universidad de Illinois. Fue miembro del personal de la Sección de Inspecciones de Fauna de la Inspección de Historia Natural de Illinois desde 1937 hasta 1949, aunque prestó su servicio militar durante cuatro de esos años.*

Parásitos y predatores

C. P. Clausen

La escama o mariquita, pequeño insecto inactivo que se alimenta de la savia de las hojas y las ramas de los árboles cítricos, fue hallada por primera vez en California en 1872. En 15 años se había propagado por toda la zona productora de cítricos del Estado y amenazaba acabar con aquella industria. En muchos huertos las cosechas de frutas se perdían completamente, y hasta morían algunos de los árboles. La situación era desesperada, porque no se conocía ningún procedimiento para combatir la plaga, y muchos cultivadores abandonaron toda esperanza de alivio y arrancaron los árboles.

Se sabía que la mariquita o escama existía en Australia. Probablemente era originaria de allí y había llegado a California por medios desconocidos, posiblemente en plantas de vivero. El saber eso proyectó un rayo de esperanza: se conocía un parásito que la atacaba y que parecía tenerla a raya en su tierra natal.

C. V. Riley, entomólogo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, se interesó profundamente en el problema y formuló planes para enviar a Australia a un entomólogo distinguido para que consiguiera hacerse con el parásito. Eligió a Albert Koebele, dedicado en aquel momento a estudiar otros insectos que eran problemas en California. Koebele había estudiado la mariquita, tratando de combatirla por diversos medios, y fue él quien por primera vez llegó a la conclusión de que la plaga había venido de Australia. Pero surgieron dificultades. En aquel tiempo era casi imposible conseguir fondos para viajar por el extranjero. Por fin Koebele fue a Australia, pero como representante del Departamento de Estado en la Exposición de Melbourne.

Koebele llegó a Sydney a fines de septiembre de 1888 e inmediatamente, con la ayuda de un entomólogo australiano, pudo encontrar el parásito, una mosca diminuta, *Cryptochaetum iceryae*. Se enviaron a California muchos miles. Pero la fortuna lo favoreció más aún, pues pocas semanas después descubrió la ahora famosa vedalia, antes desconocida. Se averiguó que tanto ambos escarabajos como sus larvas se alimentan glotonamente de huevos y larvas de la mariquita, y sólo de ellos.

El primer envío de vedalia hecho por Koebele llegó a California el 30 de noviembre de 1888. Lo componían 28 escarabajos. Siguieron nuevos envíos. A fines del mes de marzo siguiente se habían recibido un total de 514.

Los escarabajos prosperaron. Menos de 2 años después de llegado el primer envío la escama estaba plenamente dominada en las zonas del Estado donde se cultivaban cítricos. Desde entonces ha seguido así. Este resultado extraordinariamente feliz se debió al escarabajo más que a la mosca parásita, primer objeto de la investigación, aunque también ella se aclimató y llegó a abundar. El viaje de Koebele costó menos de 5.000 dólares y ahorró millones a la industria de cítricos.

Las posteriores investigaciones de Koebele en Nueva Zelandia y Australia en 1891-1892, y en otros países del Pacífico, fueron costeadas por el Departamento de Agricultura y el Departamento de Horticultura del Estado de California. Descubrió y envió varios insectos harineros y mariquitas, predatores valiosos, cuatro de los cuales se aclimataron en California. Entre ellos estaba el famoso escarabajo australiano llamado dama, que en el decenio de los 1920 fue criado y distribuido en número de 40 millones o más cada año para combatir la chinche

harinera citrófila, otra plaga de los cítricos en California estrechamente emparentada con la mariquita o escama.

Koebele fue el primero entre los exploradores entomológicos que recorrió los lugares más lejanos del mundo en busca de parásitos y predatores para emplearlos en combatir plagas de insectos en este país. Este método se llama ahora "control biológico" para distinguirlo del control químico, que implica el uso de insecticidas. En este programa se usan todos los enemigos naturales disponibles, comprendidos insectos parásitos y predatores y organismos productores de enfermedades, ya sean nativos o de origen extranjero. En el control biológico el primer costo suele ser el único costo; por el contrario, la aplicación de productos químicos debe repetirse un año tras otro y con frecuencia varias veces en cada temporada.

La mayor parte de nuestras plagas de insectos destructores no son nativas de este país. Han entrado en él de diversos modos, algunas en tiempos tan lejanos como la época colonial. Casi todos los insectos dañinos son atacados en su ambiente nativo por uno o más parásitos y predatores que los tienen a raya. Cuando una plaga consigue entrar en un país nuevo, suele dejar atrás a sus enemigos naturales, y en consecuencia la plaga puede prosperar libre de sus ataques. Por esta razón muchos insectos de origen extranjero son más destructores en los Estados Unidos (o en cualquier *habitat* nuevo) que en su país de origen.

Un precedente de la obra de Koebele no tuvo éxito completo. En 1883-1884 y años siguientes, C. V. Riley importó una pequeña avispa, *Apanteles glomeratus,* de Inglaterra, para combatir el gusano de la col, peste europea que apareció por primera vez en el Canadá hace unos 100 años. El parásito llegó a aclimatarse y abundar en todas las regiones, pero no logró dominarlo.

Tan espectacular fue el éxito de Koebele con la escama o mariquita, que el Departamento de Entomología inició en 1905 una investigación en gran escala en Europa en busca de enemigos naturales de la lagarta y de la alevilla de cola parda. Estas dos plagas destruían o dañaban árboles de bosques y ornamentales sobre una gran extensión de Nueva Inglaterra. Las exploraciones se extendieron de 1905 a 1914 por toda Europa y por el Japón, y se renovaron y terminaron en 1922-1927. Como resultado de esos trabajos se aclimataron con buen éxito en Nueva Inglaterra trece especies de parásitos y predatores, y a consecuencia de estas importaciones se han reducido apreciablemente los estragos de la lagarta. La alevilla de cola parda quedó reducida a una situación de poca importancia.

Otras plagas de árboles de bosque y de fronda que fueron tratadas de la misma manera son la alevilla satinada, la alevilla oriental, el barrenador de las hojas de abedul, el gusano del alerce. La alevilla satinada fue una plaga grave del álamo y del sauce en Nueva Inglaterra y en el Noroeste antes de 1930. La *Compsilura concinnata,* el *Eupteromalus nudilans* y el *Apanteles solitarius* (que habían sido importados para usarlos contra la lagarta y la alevilla de cola parda) redujeron mucho las infestaciones en Nueva Inglaterra. El *Apanteles* y el *Meteorus versicolor* proporcionaron un control satisfactorio en el Noroeste, sobre el Pacífico.

La alevilla oriental existe en algunos lugares de Massachusetts. Su parásito, *Chaetexorista javana,* conseguida en el Japón en 1929-1930, controló eficazmente la plaga la mayor parte de los años, pero no resiste los fríos inviernos que a veces se presentan en Massachusetts, y en consecuencia la plaga aumenta en las estaciones que siguen a tales inviernos.

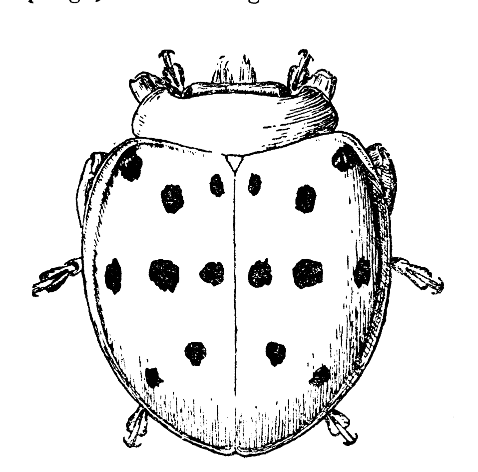
Entre las plagas de los cereales y de las plantas forrajeras, el gusano de la alfalfa, que había logrado aclimatarse en Utah, fue el primero sobre el cual se hicieron investigaciones. Importaciones traídas de Italia en 1911-1913

dieron por resultado la aclimatación de un parásito, *Bathyplectes curculionis,* que destruye una gran proporción de las larvas. El valor real de este parásito para combatir la plaga es difícil de determinar, pero los ataques del parásito, unidos a una modificación de los procedimientos de siega, dieron un control bastante bueno.

El proyecto para el control biológico del barrenador europeo del maíz es el mayor de los emprendidos hasta ahora. Se extendió de 1920 a 1935, y las actividades estuvieron centradas principalmente en los países europeos, pero se ampliaron también al Japón, Corea y Manchuria. Se sabe que se han aclimatado bien seis especies de parásitos como consecuencia de los envíos hechos durante aquel tiempo. Desgraciadamente, cuatro de ellas están muy restringidas por las condiciones climáticas y sólo se han aclimatado en zonas limitadas. Las dos más valiosas son la *Lydella stabulans grisescens* y el *Macrocentrus gifuensis.* La *lydella* está ampliamente distribuida por los Estados del Este, del Atlántico medio y septentrionales del Centro. En algunas localidades quizá parasitan el 50 por ciento o más de los barrenadores. El *macrocentrus* sólo es común en el sur de Nueva Inglaterra.

Se han hecho varios intentos para encontrar enemigos naturales eficaces del barrenador de la caña de azúcar. Se encontró un número considerable de parásitos en Cuba y varios países sudamericanos, y se han introducido intermitentemente desde 1915. En 1929-1932 se hicieron dos grandes importaciones de la Argentina y el Perú. Ni una sola especie de las muchas que se soltaron en Louisiana llegaron a aclimatarse, a causa de las condiciones climáticas, en especial las temperaturas de invierno, excesivamente bajas para que sobrevivan los parásitos, y por la costumbre de cortar anualmente la caña, lo cual elimina la mayor parte de la población de parásitos y ofrece condiciones desfavorables para que aumente en la primavera.

Dos parásitos, la *Lixophaga diatraeae,* de Cuba, y el *Bassus stigmaterus,* del Perú, llegaron a aclimatarse en la Florida. A ambos, especialmente a la *lixophaga,* se debe un grado considerable de control en la zona de Felsmere.



Escarabajo mexicano de la judía.

La alevilla oriental de la fruta, que vino a este país del Japón, es una plaga destructora de melocotones en la mitad oriental de los Estados Unidos. En el decenio de los 1930 se emprendió un programa en gran escala para importar a sus enemigos naturales del Japón y de Corea. Se importaron y establecieron en toda la zona infestada más de 20 especies. Algunas parecieron prometedoras durante la estación en que se las soltó, pero las condiciones del invierno les fueron desfavorables y desaparecieron en pocos años. Sólo una especie logró conservarse, pero en pequeño número y en una sola localidad de Nueva Jersey.

Antes de hacer las importaciones del Lejano Oriente sabían los entomólogos que un parásito nativo, el *Macrocentrus ancylivorus,* atacaba frecuentemente a la plaga en Nueva Jersey y en Delaware. Su huésped normal es el arrollador de la hoja de la fresa, pero la nueva plaga era igualmente satisfactoria. Las investigaciones revelaron que el parásito, aunque limitadamente distribuido, era adaptable a la mayor parte de la zona infestada por la alevilla de la fruta. Su

establecimiento en los huertos infestados durante la primavera redujo hasta en un 80 por ciento los daños de la fruta, y ese beneficio continuó un año tras otro. Se criaron grandes cantidades y se distribuyeron ampliamente. Fue el medio de control más seguro antes de aparecer los nuevos insecticidas. Es uno de los pocos casos en que un parásito nativo resultó eficaz para combatir una plaga introducida.

La chinche harinera de Comstock, de origen asiático, constituyó una plaga grave de la manzana en los Estados del Nordeste desde 1930. Después de buscar sus parásitos en el Japón, fueron importadas y aclimatadas dos especies, la *Allotropa burrelli* y el *Pseudaphycus malinus.* Éstos y otro parásito, la *Clausenia purpurea,* que ya había llegado a los Estados Unidos, fueron muy eficaces para combatir la plaga en toda la zona infestada.

Puede haber desengaños en un proyecto de control biológico. Un ejemplo son los intentos hechos con el escarabajo mexicano de la judía. Un parásito prometedor, *Paradexodes epilachnae,* se importó del México central, se le crió y se le soltó en gran número en el decenio de los 1920. En el campo aumentaron rápidamente las colonias, y en la primera temporada algunas de ellas destruyeron el 80 por ciento o más del escarabajo. El problema parecía resuelto; pero la temporada siguiente reveló una situación desalentadora. Ni un solo individuo de los centenares de colonias soltadas en 19 Estados había sobrevivido al invierno. El parásito está evidentemente adaptado sólo a lugares tropicales o subtropicales, donde puede reproducirse durante todo el año. En los Estados Unidos el escarabajo de la alubia hiberna cuando ya es adulto, y en consecuencia no hay larvas para parasitar durante más de seis meses. En estas condiciones su supervivencia es manifiestamente imposible.

Una grave amenaza para nuestra industria de cítricos es la mosca negra de los cítricos, que existe en las Indias Occidentales, América Central y México. Es nativa del Asia tropical y se encontró por primera vez en el Hemisferio occidental en Jamaica el año 1913. Su presencia cerca de nuestras fronteras causó temores e hizo comprender la necesidad de adoptar todas las medidas posibles para evitar su entrada. Una medida práctica, beneficiosa para nosotros y para los países próximos infestados, fue la reducción de las grandes infestaciones existentes. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y el de Agricultura, Trabajo y Comercio de Cuba emprendieron de común acuerdo la importación de su enemigo natural de Asia. Un parásito, *Eretmocerus serius,* y un escarabajo predator, *Catana clauseni,* fueron aclimatados en Cuba entre 1928 y 1931. En dos años la plaga quedó sometida a un control comercial completo. No se necesitó ninguna otra medida contra ella desde entonces. Un control igualmente efectivo siguió a la introducción del parásito en Jamaica, las Bahamas, Haití, Panamá y Costa Rica.

La mosca negra de los cítricos, descubierta en cantidades destructoras en la costa occidental de México en 1935, se propagó rápidamente. Ahora se va acercando a nuestra frontera tanto por la costa oriental como por la occidental. También en este caso fue necesario un esfuerzo cooperativo. El parásito fue introducido y establecido en muchos puntos de la costa occidental en 1943 y después se distribuyó ampliamente. Fue una sorpresa y un desengaño descubrir más tarde que no se había producido el grado esperado de control, tal como se había conseguido en Cuba y otras partes. Las características semiáridas de México, con lluvias sólo en el verano, evitaron que el parásito alcanzara su máxima eficacia. Por tanto, había que buscar otros enemigos naturales mejor adaptados a esas circunstancias.

Las investigaciones durante 1949 y 1950 en el oeste de la India y el Pakistán, donde las condiciones climáticas se parecen a las de México, sacaron a luz varios parásitos eficaces, a dos de los cuales parece deberse el tener a raya a la plaga en casi todas las zonas. Todos fueron enviados a México y ampliamente distri-

buidos. Llegaron a aclimatarse tres especies, pero los resultados en cuanto a control aún no se conocían en 1952.

Otra actividad que requiere la cooperación internacional es el envío de parásitos y predatores a países extranjeros. Empezó a principios de 1890, poco después de haber llegado a ser de conocimiento general los resultados del trabajo contra la escama o mariquita en California. La mayor parte de los envíos comprendían especies que tuvieron éxito notable en cuanto a control biológico, como la vedalia para la mariquita, el escarabajo australiano llamado dama y muchas especies de parásitos que controlan las chinches harineras, el *Alphelinus mali,* parásito eficaz del áfido velloso de la manzana, y otros. Desde 1890 se han hecho más de 350 envíos a 56 países. Entre ellos iban 138 especies de parásitos y depredadores para emplearlos contra 55 insectos.

En California los trabajos para el control biológico fueron dirigidos por la Universidad de California desde 1923, y anteriormente por el Departamento de Agricultura y la Comisión de Horticultura del Estado. En 1904 se hicieron las primeras importaciones exclusivamente bajo los auspicios del Estado. En 1911 se les dio a los trabajos una base permanente bajo la dirección de Harry S. Smith, a quien se debe el desarrollo y ampliación de los trabajos del Estado desde aquella fecha hasta 1951. La mayor parte del trabajo fue sobre las plagas de los cítricos, aunque recientemente se extendió a plagas de otros productos.

En California hubo éxitos notorios con la escama negra, la chinche harinera citrófila, la chinche harinera de los cítricos y la chinche de cola larga.

La escama negra fue durante mucho tiempo la más destructora de las plagas de los cítricos en California. La busca de enemigos naturales eficaces duró más de 50 años y se extendió por casi todos los países tropicales y subtropicales. Se importaron y se soltaron en los huertos infestados cuarenta o más especies de parásitos y predatores. Algunas parecieron prometedoras durante algún tiempo, pero un verdadero éxito no se tuvo hasta 1937, en que se recibió de África del Sur el *Metaphycus helvolus.* En pocos años el parásito sometió a un control comercial satisfactorio a la escama negra en todas las zonas salvo una parte de los huertos de la zona de incubación uniforme o de una sola generación, aunque a veces seguían desacostumbradamente a inviernos fríos brotes o generaciones. El feliz resultado de la larga búsqueda ahorró a los cultivadores de cítricos varios millones de dólares todos los años. El parásito también resultó sorprendentemente eficaz para eliminar un insecto escama pariente de la escama negra, la *Saissetia nigra,* que destruía las plantas ornamentales en el sur de California.

El escarabajo llamado dama australiana, que fue importado en 1891, ya ha sido mencionado. Durante muchos años persistió en los huertos de cítricos de California, pero no tuvo mucho éxito contra las plagas de chinches harineras. Se descubrió que su ineficacia se debía principalmente a su incapacidad para resistir las condiciones invernales. Entonces se idearon métodos para criar en gran escala los escarabajos en insectarios, y se hicieron sueltas de ellos en el huerto todas las primaveras a intervalos, cuando las infestaciones lo hacían necesario. La chinche harinera de los cítricos y la chinche harinera citrófila fueron satisfactoriamente dominadas por este medio durante muchos años. El Estado, el distrito y las organizaciones privadas se dedicaron a producir el escarabajo, y se criaron y soltaron centenares de millones a un costo de 2.50 dólares aproximadamente el millar. La necesidad de seguir este programa se hizo menos aguda en el decenio de los 1930 a causa de la introducción de parásitos internos sumamente eficaces de varias de las especies de chinches harineras.

La chinche harinera citrófila fue observada por primera vez en el sur de California en 1913. Se propagó rápidamente y no tardó en ser una plaga

importante en muchas regiones. En 1928 se introdujeron de Australia dos parásitos, *Coccophagus gurneyi* y *Tetracnemus pretiosus,* y la plaga fue dominada rápidamente.

La chinche harinera de cola larga sólo de vez en cuando llega a ser una plaga grave de los cítricos, pero es más conocida por sus ataques al aguacate. Los parásitos internos *Anarhopus sydneyensis* (importado de Australia en 1933) y *Tetracnemus peregrinus* (traído del Brasil en 1934) han dado un control del campo bastante satisfactorio.

La chinche harinera de los cítricos, plaga grave durante muchos años, fue la especie contra la cual se introdujo por primera vez la dama australiana. En 1914 se importó de Sicilia un parásito interno, *Leptomastidea abnormis,* que proporcionó un control del campo bastante bueno en la mayor parte de las zonas, aunque todavía son necesarias sueltas de *Cryptolaemus* en algunos huertos.

La escama roja de California es el más destructor de todos los insectos de los cítricos en algunas zonas del sur de California, y la busca de enemigos naturales eficaces fue tan larga como para la escala. Todavía no se ha encontrado un parásito o un predator eficaz, aunque se han introducido nueve especies. La escama amarilla, próxima pariente de la roja, fue dominada en algunas partes de la zona productora de cítricos por la *Comperiella bifasciata,* importada de China y el Japón.

Es interesante un intento para utilizar una enfermedad virosa de la oruga de la alfalfa de California. En 1948 descubrieron los hombres de ciencia que podían producirse brotes extensos de la enfermedad mediante la diseminación artificial del virus. Las pruebas de campo del uso de un virus para combatir la oruga de la alfalfa, empezadas en 1947, demostraron que la aspersión de una suspensión de material viroso producía el control comercial de la plaga en 8 ó 10 días. Además, la aplicación de una suspensión en agua de esporas de una bacteria parásita daba un control análogo en sólo 2 días. El efecto del virus es más persistente que la bacteria, ya que las orugas enfermas mueren y se desintegran sobre el follaje cuando las mata el virus, asegurando la infección de generaciones posteriores de orugas, mientras que las muertas por la bacteria caen al suelo.

Una aportación notable al control biológico en California de Harry S. Smith y sus colaboradores fue la invención de métodos para la producción en masa de los parásitos y predatores importados. El procedimiento permitió la amplia distribución de especies en un breve tiempo después de su importación y, por tanto, el adelanto de la fecha en que se obtiene el control.

La clave de la producción en masa suele ser la crianza de un número suficiente de insectos de la plaga en insectario, y no la de parásitos y predatores. Naturalmente, los insectos de la plaga tienen que criarse en plantas, pero es manifiestamente impracticable el empleo de árboles cítricos o de otra clase para ese propósito. El primer paso decisivo fue el descubrimiento de que las chinches harineras podían criarse fácilmente en renuevos de patatas. Así se hizo posible producir cantidades enormes de escarabajos *Cryptolaemus.* En los renuevos de una tonelada de patatas pueden criarse chinches harineras bastantes para producir más de 125,000 *Cryptolaemus.* La producción de parásitos internos es mucho mayor que todo eso.

Posteriormente se descubrió que los renuevos de patata sirven igualmente bien para criar escamas negras, con lo cual se facilitó la producción de *Metaphycus helvolus* y otras especies parásitas.

Se han obtenido resultados igualmente felices con los insectos escamas provistos de caparazón: escama roja de California, escama amarilla, escama de San José y otros. Tubérculos de patata, calabazas y varias clases de melones se usan para la producción en insectario en vez de plantas cítricas o de otras clases.

Un uso más reciente de las patatas para producir un insecto huésped se

relaciona con la alevilla oriental de la fruta. El parásito, *Macrocentrus ancylivorus,* se desarrolla tan fácilmente sobre el gusano de la patata como sobre la alevilla de la fruta. Se ideó una complicada producción técnica que producía aproximadamente 235,000 parásitos por cada tonelada de patatas usada. En 1946 se produjeron 29 millones de parásitos.

Los RESULTADOS MÁS CONSECUENTES en el control biológico de plagas de insectos se obtuvieron en Hawaii. Allí, la suavidad del clima no opone obstáculos a la producción de parásitos en ninguna estación. La ausencia de inviernos fríos elimina la larga hibernación, y no hay necesidad de otro huésped para salvar esa estación. A estos factores se debe la ineficacia de muchas especies prometedoras en los Estados Unidos continentales. Además Hawaii no tiene períodos largos de sequía y de temperaturas elevadas que pongan trabas a los enemigos naturales requiriendo un período de inactividad en el verano.

En consecuencia, la industria azucarera de Hawaii está libre ahora de ataques graves por ninguna plaga de insectos. Varias plagas importantes y muchas de menor importancia fueron suficientemente dominadas por parásitos y predatores importados.

La importación de parásitos y predatores de plagas de insectos en Hawaii empezó en 1893, estimulada por el resultado de la lucha contra la mariquita. Albert Koebele, que había descubierto la vedalia en Australia, ingresó aquel año en el personal del Departamento Territorial de Agricultura y Silvicultura. En el decenio que siguió se debió a él la introducción y aclimatación de 18 o más insectos beneficiosos de Australia y de Asia. La mayor parte eran predatores generales de escamas y chinches harineras. El Departamento Territorial continuó sus actividades e introdujo muchos enemigos naturales de diversas plagas agrícolas diferentes de las de la caña de azúcar. Entre ellas figuran la mosca del melón, la mosca mediterránea de la fruta, el saltahojas taro y el barrenador asiático del arroz.

La Estación Experimental de la Asociación Hawaiana de Cultivadores de Caña de Azúcar fue organizada en 1904. Entre su personal figuraban cuatro entomólogos: R. C. L. Perkins, O. H. Swezey, G. W. Kirkaldy y F. W. Terry. Actuaban de consejeros Koebele y Alexander Craw, empleados a la vez del Departamento Territorial.

Su primer problema fue el saltahojas de la caña de azúcar, que amenazaba entonces con destruir la industria azucarera. Las primeras importaciones tuvieron por resultado la aclimatación de cuatro parásitos del huevo: *Paranagrus optabilis* y *Anagrus frequens,* de Australia; *Ootetrastichus beatus,* de Fiji, y *O. formosanus,* de Formosa. El *paranagrus* y el *obtetrastichus* produjeron un alivio notable, pero no el control completo. Una nueva busca de más especies de mayor eficacia en Australia y Fiji descubrió una chinche, *Cyrtorhinus mundulus,* predatora de los huevos del saltahojas. Su importación en 1920 resolvió al fin el problema. El saltahojas pronto quedó reducido a una situación inofensiva.

A la victoria sobre el saltahojas siguió la obtenida contra el gorgojo de la caña de azúcar, de Nueva Guinea, que, aunque menos destructor, causaba pérdidas por un millón de dólares o más al año, porque las larvas taladraban los tallos de la caña. La busca de Frederick Muir por Borneo, Nueva Guinea y territorios adjuntos descubrió una mosca parásita, *Microceromasia sphenophori,* que ataca a las larvas. En aquel tiempo se desconocían los transportes aéreos, y el problema de transportar vivo el parásito desde Nueva Guinea a Hawaii parecía insoluble. Los repetidos esfuerzos de Muir de 1907 a 1910, incluido finalmente el establecimiento de varias estaciones de relevo en ruta, son uno de los episodios épicos de la exploración entomológica. El sojuzgamiento

del escarabajo barrenador siguió rápidamente a la aclimatación de la mosca en Hawaii.

Aunque el saltahojas y el gorgojo eran las principales plagas de la caña, muchas otras causaban daños apreciables y requerían la importación de enemigos naturales. Los resultados fueron satisfactorios con el escarabajo oriental, con varias especies de gusanos con caparazón, con el saltamontes chino, con un grillo topo *(Gryllotalpa africana)*, un áfido de la caña *(Aphis sacchari)* y dos especies de chinches harineras. Se importaron también muchos parásitos de diversas plagas, algunos con notorio beneficio, como los importados contra el gorgojo del helecho, la chinche torpedo, una escama del coco *(Pinnaspis Buxi)*, la chinche harinera del coco, que ataca al aguacate, y las cucarachas.

Puede ponerse al día el trabajo realizado en Hawaii mencionando el relativo a las moscas de la fruta, entre ellas la mosca oriental. Encontrada por primera vez en las islas en 1945, no tardó en demostrar su capacidad destructora. Sus hábitos y su gran número en Hawaii son una amenaza seria para la industria frutera en California, por la posibilidad de que entre en aeroplano o por otros medios. Se emprendió la importación de enemigos naturales mediante el esfuerzo cooperativo de la Estación Agrícola Experimental de Hawaii, el Departamento de Comisarios de Agricultura y Silvicultura de Hawaii, la Estación Experimental de la Asociación Hawaiana de Cultivadores de Caña de Azúcar, el Instituto de Investigaciones sobre el Ananás, la Universidad de California y el Departamento de Entomología y Cuarentenas Vegetales.

Las primeras remesas de parásitos fueron traídas de Malasia y las Filipinas por el Departamento de Comisarios de Agricultura y Silvicultura en 1948. Desde entonces el trabajo exploratorio de los organismos cooperadores se ha extendido al África del Sur y Oriental, a la India, Tailandia, China, Formosa, Australia y varias islas del Pacífico del Sur. Se importaron de 30 a 50 especies para probar. Algunas se soltaron en gran número. El programa de importación terminó en 1951. Cuatro o más especies parásitas se aclimataron en Hawaii. Dos de ellas, importadas originariamente de Malasia, han dado un control comercial en la isla de Oahu, y parecen excelentes las perspectivas de un control análogo en las otras islas.

Muchos de los parásitos y predatores importados que he mencionado han mantenido dominadas las plagas de insectos durante muchos años y no fueron necesarias otras medidas de control. Pero desde 1945 han surgido complicaciones a causa de los nuevos insecticidas, empezando por el DDT y siguiendo con una serie de ellos, algunos de los cuales son más tóxicos que el DDT. Al uso del DDT en los huertos de naranjos de California para combatir la escama citrícola siguió un amplio brote de la escama, el primero desde 1890, debido a la destrucción de la vedalia por el insecticida.

En otros casos, el uso de los nuevos insecticidas contra la plaga específica de un cultivo destruyó el equilibrio natural de plagas secundarias del mismo cultivo, debido indudablemente también a la eliminación de sus enemigos naturales. La aplicación de DDT y algunos otros productos químicos a las hortalizas y las frutas produce con frecuencia fuertes infestaciones de áfidos y de ácaros arácnidos, plagas que en ocasiones llegan a ser más destructoras que aquellas contra las que se aplicó el insecticida. La destrucción del equilibrio natural ha creado una situación grave en el control de la plaga y está siendo investigada. Puede encontrarse la solución en una combinación de medidas para remediarla que implica el cambio del insecticida usado, su fórmula, tiempo de aplicación, o algún otro cambio en las prácticas corrientes.

Esta información sobre el control biológico de las plagas de insectos

sólo ha presentado los éxitos más grandes en los Estados Unidos. El mismo método se ha empleado con éxito notable en otros países, principalmente en Australia, Nueva Zelandia, Fiji y Canadá. Por lo menos 30 plagas importantes de insectos han sido dominadas en uno o más países mediante el uso de parásitos y predatores y se han logrado reducciones importantes de las infestaciones de un número mucho mayor.

C. P. CLAUSEN *fue jefe de la división de introducción de parásitos del extranjero de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde que se estableció en 1934 hasta el año de 1951, en que se retiró, habiendo sido nombrado presidente de la división de represión biológica de la Universidad de California. Hizo sus estudios en esa misma universidad, y en 1916-1917 llevó a cabo investigaciones sobre los enemigos naturales de los insectos de escama de los cítricos en Japón, China, Formosa y las Filipinas en representación de la Comisión Estatal de Horticultura de California. Después de unirse al Departamento de Agricultura en 1920, pasó los 11 años siguientes haciendo investigaciones sobre los enemigos naturales del escarabajo japonés en Japón y la India, y de la mosca negra de los cítricos en Malaya.*

Enfermedades infecciosas de los insectos

Edward A. Steinhaus

COMO LOS SERES HUMANOS y otros animales, los insectos son susceptibles a una gran variedad de agentes infecciosos, que infectan y matan grandes cantidades de ellos cada año. La mayor parte de esa mortandad pasa inadvertida, aunque a veces los brotes de las enfermedades —epizootias— son tan espectaculares que reclaman mucha atención de los cultivadores y los entomólogos de todas partes.

Las posibilidades de emplear agentes de enfermedades para contribuir a combatir las plagas de insectos han excitado a los entomólogos y otras gentes periódicamente, ya que los organismos infecciosos fueron descubiertos por primera vez en insectos. Pero, como expongo más adelante, esa no es más que una de las aplicaciones que pueden hacerse de nuestros conocimientos sobre las enfermedades de los insectos, porque la patología de los insectos, o entomopatolía, ya ha hecho aportaciones importantes a otras ramas de la entomología, la medicina, la agricultura y la biología en general.

Los agentes infecciosos productores de las enfermedades de los insectos pertenece a los mismos grandes grupos que los que causan enfermedades en otros animales: bacterias, hongos, virus, protozoos y nemátodos. Pero en general los insectos no son muy susceptibles a los microorganismos particulares que producen enfermedades en otros animales o en las plantas. Además, la mayor parte de los microorganismos que causan enfermedades mortales en los insectos son dañinos para las plantas y los animales superiores.

La resistencia mostrada por los insectos a los agentes patógenos de los animales superiores es en gran parte normal o innata. Sin embargo, los insectos pueden ser inmunes a una infección por virtud de un mecanismo de inmunidad análogo a los que presentan los otros animales. Pueden producirse en los fluidos del

cuerpo de los insectos anticuerpos contra sustancias extrañas, proporcionando así una inmunidad humoral contra la infección. La inmunidad celular es evidenciada frecuentemente por la actividad de los hemocitos, o células sanguíneas, que pueden envolver partículas extrañas que entren en el cuerpo del insecto.

Una de las maneras más cómodas de considerar las diversas infecciones de los insectos es la que se hace de acuerdo con la naturaleza del agente etiológico; es decir, si se trata de una infección bacteriana, fungosa, virosa, protozoariana o nematódica. Indudablemente, los insectos, como otras formas de vida, están sometidos a condiciones definidas metabólicas y otras no infecciosas. Pero aquí nos interesan las verdaderas enfermedades infecciosas de los insectos.

TODO APICULTOR ESTÁ FAMILIARIZADO con las enfermedades de las abejas melíferas conocidas con el nombre genérico de falsa empolladura. La falsa empolladura americana es causada por el *Bacillus larvae,* la europea por el *Bacillus alvei* y la para-falsa-empolladura por el *Bacillus para-alvei.* Estas bacterias formadoras de esporas son verdaderos agentes patógenos de los insectos y no se sabe que sean infecciosas para otros animales. Hasta que no se descubrieron su verdadera naturaleza y carácter etiológico, no pudo hacerse mucho para combatir las falsas empolladuras. Aunque se han realizado procedimientos eficaces de control mediante el saneamiento y la cuarentena estrictos, y medidas terapéuticas directas como el uso del sulfatiazol, en algunas zonas las enfermedades todavía causan pérdidas a los apicultores y a la agricultura. Ellas y ciertos padecimientos de los gusanos de seda figuran entre las primeras enfermedades conocidas de los insectos.

La primera enfermedad bacteriana de un insecto destructor que tuvo amplia publicidad fue la de los saltamontes, causada por el pequeño y no formador de esporas *Coccobacillus acridiorum* (ahora *Aerobacter aerogenes* var. *acridiorum).* La bacteria fue observada por primera vez en Yucatán, México, donde destruía las nubes de langosta *(Schistocerca)* que invadían México desde Guatemala. Los insectos infectados presentaban síntomas típicos de la disentería y la septicemia y solían morir en unas pocas horas.

Al principio se concibieron grandes esperanzas de que la bacteria pudiera emplearse para combatir a los saltamontes. Se hicieron intentos de conseguirlo en varios países. A pesar del éxito aparente de las primeras pruebas, el método fue abandonado. A la luz de los actuales conocimientos, es evidente que parte de la falta de éxito general puede atribuirse a que la mayor parte de los que la usaron no se atuvieron a los principios fundamentales de bacteriología necesarios para garantizar la identidad de los cultivos usados, la conservación de su virulencia y su aplicación de acuerdo con las demandas epizootiológicas de la situación.

Las más notables y las más importantes con mucho de las enfermedades bacterianas de los insectos destructores son las llamadas enfermedades lácteas del escarabajo japonés, que se estudian en el capítulo siguiente.

Aunque los ejemplos que he citado indican hasta cierto punto los tipos generales de infecciones bacterianas de los insectos, no señalan la extensión en que este grupo de enfermedades ocurren en la naturaleza. Se han observado y estudiado otros muchos casos de enfermedades producidas por bacterias. Casi todos los grandes grupos sistemáticos de insectos son huéspedes de uno o más tipos de infección bacteriana. Además, agentes patógenos de los insectos han sido identificados como pertenecientes a casi todos los grandes grupos de bacterias, aunque parecen predominar las bacterias pequeñas, gram-negativas, y de forma de bastoncillo, y las bacterias grandes, gram-positivas y formadoras de esporas.

Las características generales de una enfermedad bacteriana de un insecto son: al desarrollarse la enfermedad, el animal suele mostrarse menos activo,

tiene menos apetito y descarga fluidos por la boca y por el ano. La infección puede empezar como un estado disentérico acompañado de diarrea, pero en la mayor parte de los casos la bacteria invasora entra en la cavidad del cuerpo del insecto y produce una septicemia que termina en la muerte del huésped. Después de la muerte, el cuerpo del insecto suele oscurecerse y ponerse pardo o negro. Esto ocurre especialmente con las larvas y las ninfas, en que tiene lugar la desintegración o descomposición rápidamente, aunque también los adultos pueden mostrar un rápido cambio de color. El insecto recién muerto suele ponerse blando y perder la forma. Los tejidos internos quizá se desintegran y toman una consistencia viscosa, algunas veces acompañada de olor, pero ordinariamente no "huelen" ni se liquidan como los insectos que mueren de ciertas infecciones virosas. El cadáver del insecto suele secarse y arrugarse, quedando intacto el integumento. Los exámenes microscópicos de frotis o cortes histológicos de un insecto muerto o moribundo por enfermedad bacteriana suelen ofrecer gran número de las bacterias causantes. Si se aplaza demasiado el examen microscópico, hay que poner cuidado en diferenciar los verdaderos agentes patógenos de los saprófitos de apariencia análoga que pueden florecer en los tejidos del insecto muerto.

Una de las primeras enfermedades de animales que se reconoció comp causada por un microorganismo fue una enfermedad fungosa del gusano de seda. Ya en 1835 el micelio y los cuerpos esporóforos vistos en los cadáveres de gusanos de seda se reconocieron como análogos a los de los mohos que suelen desarrollarse en el pan y otras materias alimenticias. Hoy están registradas centenares de especies de hongos en los insectos. De muchos de ellos se sabe que son parásitos exclusivamente de los insectos.

Cada una de las cuatro clases de hongos (ficomicetos, ascomicetos, basidiomicetos y deuteromicetos u hongos imperfectos) contienen especies que pueden infectar a los insectos. En todo insecto, el aspecto que toma después de infectado con un hongo varía con el tipo de éste. Algunos ejemplares muertos por infección de un hongo (micosis) pueden no mostrar ningún signo externo señalado. Otros pueden cubrirse de una proliferación fungosa que hace difícil reconocer el insecto huésped. La infección suele empezar atravesando el integumento la hifa germinante nacida de una espora o conidio que se ha alojado sobre el cuerpo del animal. Una vez dentro de la cavidad del cuerpo, el hongo se multiplica rápidamente y llena el insecto. En condiciones favorables de temperatura y humedad, los conidióforos se abren después camino al exterior a través de la pared del cuerpo del huésped, donde se forman cuerpos productores de esporas o esporóforos. En este momento, el insecto es una cosa dura, quebradiza, como momificada, estado desemejante del que se ve en infecciones típicas de cualquier otro tipo.

Como ya he dicho, la primera micosis o infección fungosa de un insecto que fue bien estudiada es la muscadina del gusano de seda, causada por la *Beauveria bassiana,* enfermedad que significa grandes pérdidas para los sericicultores. El hongo existe dondequiera que se crían gusanos de seda. Infecciona a gran número de plagas de insectos, entre ellas el barrenador europeo del maíz y la alevilla de la manzana.

Una especie estrechamente emparentada con ella, la *Beauveria globulifera,* también bastante extendida, produce la enfermedad en muchos insectos, entre ellos la chinche del trigo. En otro tiempo se pensó mucho en la posibilidad de usarla para combatir a esta chinche, pero las investigaciones revelaron que sus esporas casi siempre existían en las zonas afectadas y que su distribución artificial no afectaría de manera importante los brotes de la enfermedad, que se presenta de un modo natural si son adecuadas la humedad y la temperatura. La mus-

cardina verde, producida por la *Metarrhizium anisopliae,* es otra infección importante de los insectos. En algunas partes del mundo se le debe un grado importante de control natural sobre ciertos insectos.

En la Florida, Oriente y otros sitios los insectos escamas sirven de sostén al desarrollo de ciertos hongos. Algunos de estos hongos son verdaderos parásitos. Otros son indudablemente sólo parásitos secundarios, o hasta saprófitos, que viven en el tejido muerto de las escamas. Se prestó gran atención a estos hongos entomógenos o parásitos de insectos en las zonas productoras de cítricos de la Florida, donde se hicieron intentos para usarlos en el control biológico de los insectos escamas. Los partidarios de este método de control confiaban mucho en la eficacia de los hongos de la escama de los géneros *Sphaerostilbe, Nectria, Podonectria, Aschersonia* y otros. Los trabajos posteriores en la Florida indicaron que esos "hongos amigos" en realidad no son parásitos del insecto escama, sino que realmente son saprófitos o parásitos secundarios. Por otra parte, parece que una mortalidad considerable de insectos escama se debe a la actividad de un interesante hongo endoparásito *(Myiophagus).* Las moscas blancas de los cítricos de la Florida son huéspedes de hongos (por ejemplo, *Aschersonia, Aegerita, Fusarium),* a los que algunos investigadores consideran importantes en el control de esos insectos.

Uno de los grupos más importantes de hongos entomógenos desde el punto de vista de su papel en el control natural de insectos pertenece al orden Entomoftorales. Son particularmente dignos de atención los individuos de los géneros *Empusa* y *Entomophthora,* a los que son susceptibles muchos insectos. La mortalidad natural que producen es enorme. Entre sus huéspedes figuran los áfidos, los saltahojas, las moscas, los saltamontes, las chinches harineras y varias orugas. Una infección frecuentemente vista de este tipo es la de la mosca doméstica por la *Empusa muscae.* Las moscas infectadas se pegan a las paredes, los techos y los vidrios de las ventanas, donde mueren, pero permanecen en una postura que parece viva, generalmente con un halo de esporas descargadas en torno de ellas.

Otros grupos importantes de hongos que contienen especies parásitas de insectos comprenden: *Coelomomyces,* hongos endoparásitos que se encuentran especialmente en las larvas del mosquito en varias partes del mundo, incluso los Estados Unidos; el género *Cordyceps,* que contiene unas 200 especies conocidas, de distribución cosmopolita, que se encuentran en representantes de varios órdenes de insectos y caracterizados generalmente por la presencia de una parte prolongada, parecida a un tallo, que sostiene una "cabeza" o "maza" que sale del cuerpo del insecto huésped; numerosas infecciones de hongos imperfectos, que en general han sido insuficientemente estudiadas, pero que finalmente quizá resulten de gran importancia en la ecología de muchas especies de insectos.

Como los virus que afectan a otros animales y a las plantas, los virus de los insectos requieren tejido vivo que les sirva de sostén y no son fácilmente visibles por el microscopio corriente. Causan enfermedades sobre todo en las larvas y ninfas de insectos pertenecientes a los órdenes Lepidoptera, Hymenoptera y (alguna vez) Diptera.

Varias clases de virus indudablemente pueden infectar insectos; por lo menos se observan varias clases diferentes de reacción en los tejidos de los insectos que sufren infecciones virosas. El grupo mejor conocido es aquel en que se forman en los núcleos de las células infectadas inclusiones características llamadas poliedros. Las enfermedades causadas por estos virus se llaman poliedrosis y los virus mismos han sido incluidos en el género *Borrelina.* Vistos al microscopio electrónico, los virus suelen verse como bastoncitos, (por lo general de un tamaño de 40 por 300 milimicras) en manojos de varios individuos cada uno. En su mayor parte están situados dentro de las inclusiones poliédricas visibles al microscopio.

Entre las enfermedades que producen figuran la ictericia del gusano de seda, la *Wipfelkrankheit* de la oruga de la alevilla llamada religosa, y las llamadas marchitamiento de la larva de lagarta, de la oruga de la alfalfa, de la larva de la mosca sierra europea del abeto y otras. Se han registrados unos 100 insectos diferentes expuestos a las poliedrosis. En la mayoría de los insectos que sufren una poliedrosis hay debilitamiento general y el integumento se descolora poco antes de la muerte y después de ella. La larva está fláccida y a la muerte los tejidos internos (en particular el cuerpo graso y la hipodermis) se descomponen y los contenidos del cuerpo toman una consistencia fluida.

Otro grupo se caracteriza por la formación de pequeñas inclusiones granulares en las células infectadas del huésped. Dentro de cada gránulo hay una partícula de virus. Las enfermedades que causan esos virus han sido llamadas provisionalmente granulosis, y los agentes han sido incluidos en el género *Bergoldia*. Sobre la base de la docena aproximadamente de casos de este tipo de infección comunicados hasta ahora las granulosis parecen menos virulentas y propagadas que los poliedrosis. El insecto infectado (por ejemplo, una larva de agrótida) se muestra cada vez más inactivo y pierde el apetito, y en algunas especies el insecto enfermo toma un tono blanquecino anormal. La muerte puede retrasarse, pero suele ocurrir antes de que el insecto entre en la fase de ninfa.

Se ha comunicado lo que puede ser otro tipo de enfermedad virosa en la larva de una mariposa europea de la col. El virus (género *Paillotella)* aún no ha sido visto con el microscopio electrónico. Sin embargo, las inclusiones en las células infectadas son extrañas, refringentes y de formas irregulares, y se forman en el citoplasma de la célula huésped. La enfermedad que produce no es tan destructora para el insecto susceptible como las poliedrosis. Hasta ahora sólo se ha registrado en Francia, donde fue vista pocas veces.

No todos los virus de insectos incitan la producción de inclusiones reconocibles en los tejidos de sus huéspedes. La "sacbrood" de la abeja melífera es una de las enfermedades causadas por un virus que no produce inclusiones. Otra es una "parálisis" de la abeja adulta. Algunos investigadores creen que varias de las disenterías del gusano de seda tienen como causa primaria un virus que (cuando lo acompaña la bacteria *Bacillus bombycis)* produce el estado llamado "verdadera somnolencia" y (cuando lo acompaña el *Streptococcus bombycis)* también la "gattine". Pero no está confirmada la exactitud de esta etiología. Desgraciadamente, ninguno de los virus que infectan insectos pero no producen inclusiones ha sido todavía probado de un modo concluyente, salvo en lo que afecta a su infecciosidad.

El número de especies de protozoarios encontradas en insectos es grande. En la mayor parte de los casos están asociados con un comensal o con un mutualista, que no produce al huésped ningún daño especial y con frecuencia lo beneficia. Pero muchos protozoos son parásitos y claramente patógenos para sus insectos huéspedes.

Aunque las especies de protozoarios patógenas para insectos pertenecen a los flagelados, las amibas y los ciliados, las enfermedades más dignas de atención son producidas por ciertos individuos de la clase Esporozoos. A esta clase pertenecen las conocidas gregarinas, que aunque rara vez causan infecciones mortales, pueden producir una enfermedad debilitadora. Algo más patógenos son ciertos cóccidos, que producen infecciones lentas pero mortales con frecuencia. De gran patogenidad son los microsporidios, a los que se debe una gran mortalidad tanto en insectos criados en insectarios y otros medios de confinamiento como en insectos criados en su ambiente natural.

De las muchas infecciones de microsporidios hasta ahora comunicadas, las más conocidas son las que causan la pebrina del gusano de seda y la disentería

o enfermedad del nosema de la abeja melífera. (Hay varios géneros importantes de microsporidios, pero el más conocido es el *Nosema.)* La pebrina causó enormes pérdidas económicas en la cría del gusano de seda para la producción de seda. No hay acuerdo completo en cuanto a la verdadera importancia de la enfermedad del nosema en la economía de la apicultura. Desde el punto de vista del apiario en conjunto, la enfermedad no es demasiado grave. Por sus efectos mueren abejas sueltas y algunas veces colonias enteras, pero rara vez, si es que alguna, queda destruido todo un apiario o colmenar. Enfermedades microspo-rídicas se encuentran también en muchos insectos destructores de importancia económica, como son el barrenador europeo de maíz, el gusano importado de la col, la alevilla de la manzana y otros.

Las enfermedades protozoarianas pueden revestir proporciones epizoóticas o pueden parecer meras infecciones incidentales. A diferencia de la mayor parte de las enfermedades causadas por bacterias y virus, las provocadas por protozoos, con ciertas excepciones, son de desarrollo lento y hasta pueden ser de carácter crónico. A causa de la presencia de esporas o cistos, el insecto infectado puede tomar un aspecto opaco blancuzco, u otra descoloración, o puede no presentar más síntomas externos que inactividad e inapetencia. Después de muerto, el animal enfermo puede tomar un color oscuro y los restos secarse y volverse quebradizos.

Los ascárides llamados nemátodos son familiares a causa de las enfermedades que producen a los animales superiores y a las plantas. Pero muchos son parásitos de insectos y los destruyen. El número de nemátodos encontrados hasta ahora en insectos probablemente excede de 1,000 especies. La mayor parte de los huéspedes conocidos pertenecen al orden Lepidoptera. Los órdenes Coleoptera, Orthoptera y Diptera tienen cada uno 100 especies por lo menos de huéspedes de nemátodos.

Los nemátodos que tienen alguna relación con insectos pueden distribuirse en tres grupos: 1) Nemátodos que viven en el conducto digestivo del insecto. Sus ciclos vitales suelen ser simples. Un ejemplo es el *Cephalobium microbivorum,* en el intestino del grillo campestre. 2) Nemátodos más o menos estrechamente emparentados con especies que viven al aire libre y que con frecuencia combinan hábitos saprófagos y parásitos. Pueden vivir y reproducirse en el cadáver del huésped, que puede haber sido o no muerto por los parásitos. Otros de este grupo pueden tener dos o más generaciones que vivan al aire libre que alternen con una o más generaciones parásitas. Un ejemplo es el *Neoaplectana glaseri* en el escarabajo japonés. 3) Nemátodos que parasitizan la cavidad del cuerpo o los tejidos de su huésped. Estos gusanos están muy especializados, son obligadamente parásitos y a lo más sólo pasan un período transitorio en el conducto digestivo del insecto. Son ejemplos la *Agamermis decaudata* y el *Mermis subnigrescens* en los saltamontes.

De los tres grupos, quizá el que más interesa al entomopatólogo es el último, pero los otros dos tienen individuos que también son importantes, tanto desde el punto de vista patológico como desde el de su papel en el control biológico.

La posibilidad de usar microorganismos patógenos para combatir plagas destructoras ha sido estudiada durante mucho tiempo. De vez en cuando se hacen intentos para combatir ciertos insectos con dichas medidas en diversas partes del mundo, pero los informes de los resultados son contradictorios. En años recientes pareció necesario reexaminar las posibilidades de este método a la luz de técnicas nuevas y de conocimientos más modernos relativos al efecto de la enfermedad sobre las poblaciones de insectos.

Uno de los intentos que más éxito tuvo de controlar una grave plaga de insectos en los Estados Unidos por medio de un agente infeccioso, fue la aplica-

ción de las enfermedades lácteas bacterianas contra el escarabajo japonés. Una vez introducidas las esporas bacterianas en una zona infestada pueden subsistir durante largo tiempo (siendo revitalizadas periódicamente infectando larvas invasoras); de ahí que la permanencia del método sea uno de sus méritos sobresalientes. En algunas zonas también se ha conseguido el control artificial eficaz de otras plagas por medio de hongos y virus. La diseminación de virus con aeroplanos para combatir ciertas plagas de cultivos en campo abierto (por ejemplo, la oruga de la alfalfa) ya se ha practicado y ciertamente que también puede ser aplicable contra ciertos insectos de los bosques.

Además de la ventaja de la permanencia en algunos casos, entre otras excelencias del método microbiano se cuentan el hecho de que el control microbiano efectivo puede ser un método relativamente barato de reducir las poblaciones de insectos destructores. De la mayor parte de los microorganismos pueden producirse grandes cantidades en un tiempo relativamente corto y distribuirse como aspersiones o espolvoreos. Además, el control microbiano es un método "natural" de control y, por tanto, puede aumentar su eficacia por medios naturales después de haber sido introducido en una zona. Prácticamente todos los microorganismos entomógenos son innocuos para los animales y las plantas. Los peligros potenciales de algunos residuos químicos para las plantas huéspedes o para los consumidores de dichas plantas no cuentan en el control microbiano. Como la mayor parte de los microorganismos no son apreciablemente afectados por muchos de los insecticidas, es practicable el uso de los medios a la vez.

Teniendo en cuenta el papel general de los microorganismos en el control de los insectos y en la supresión de poblaciones de insectos, hay que recordar que, independientemente de las actividades humanas en este orden de cosas, continuamente se cobra en la naturaleza un enorme tributo de vida insectil mediante la acción patógena de microorganismos entomógenos. Son comunes e incesantes los casos en que la naturaleza establece un control efectivo de una especie de insectos mediante la acción de una enfermedad. En consecuencia, aunque no fuese más que por esta razón, conviene al entomólogo y al agricultor interesados en la ecología de los insectos conocer estos microorganismos que pueden causar enfermedades entre esos animales y el efecto de las enfermedades sobre la población y actividad de los insectos. Sólo incluyendo este grupo de enemigos de los artrópodos al lado de los otros grupos más frecuentemente conocidos, podemos esperar conseguir una comprensión más completa de la vida insectil.

EDWARD A. STEINHAUS *es profesor asociado de patología de insectos en la Universidad de California, en Berkeley, en donde está encargado de la enseñanza y programas de investigación sobre patología de insectos. Es autor del libro* Principios de Patología de Insectos, *publicado en 1949 por la McGraw-Hill Book Co.*

Las enfermedades lechosas de los escarabajos

Ira M. Hawley

LAS LARVAS del escarabajo japonés viven en la tierra, en donde pueden atacarlas varias enfermedades lechosas, de las cuales el tipo A, causado por el *Bacillus popilliae,* es la más extendida e importante.

Esa enfermedad lechosa se descubrió por primera vez en la parte central de Nueva Jersey hacia 1933, cuando los técnicos que estaban llevando a cabo investigaciones de campo encontraron algunas larvas de un color blanco anormal, y al examinarlas al microscopio el finado G. F. White, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, encontró que en la sangre de las mismas pululaba una gran cantidad de esporos bacterianos, que producían su aspecto blanquecino y que dieron origen a la designación de enfermedad lechosa en las larvas enfermas. Los esporos son cuerpos en forma de huso de un largo aproximado de 1/4600 de pulgada, tan pequeños que pueden vivir varios billones de ellos en una larva lechosa. Cuando una larva sana se infecta con la enfermedad lechosa, los esporos producen delgados bastones vegetativos que crecen y se multiplican en la sangre mediante repetidas divisiones y que en unos cuantos días toman forma de esporos.

A medida que se desarrolla la enfermedad, la sangre de una larva enferma, normalmente transparente, se llena de formas bacterianas y toma un aspecto lechoso. Cuando mueren las larvas infectadas, los esporos que llenaban las cavidades de su cuerpo quedan en la tierra, de donde las recogen otras larvas que a su vez se infectan al alimentarse en las raíces de las plantas. A medida que continúa el proceso, aumenta el número de esporos en la tierra, muere mayor número de larvas y hay menos escarabajos.

En la etapa de bastones, el organismo de la enfermedad es relativamente de corta duración, pero los esporos tienen larga vida, resisten excesos de sequía y de humedad, al frío y al calor, y pueden permanecer vivos durante muchos años en la tierra.

Pueden reproducirse en medios artificiales de cultivo muchos patógenos bacterianos, gérmenes que causan enfermedades en el hombre, en los animales y en las plantas, y hacer que produzcan en gran número los organismos que causan esas enfermedades. S. R. Dutky, bacteriólogo del laboratorio de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas de Moorestown, Nueva Jersey, así como los investigadores estatales y de laboratorios privados, han hecho profundos estudios sobre las posibilidades de cultivo del *B. popilliae* que causa el tipo A de la enfermedad lechosa, pero no han encontrado ningún medio que permita que los bastones se conviertan en esporos.

Sin embargo, los bastones del bacilo del tipo A crecen en varios medios de cultivo y pueden obtenerse en gran número. Pueden transferirse de un cultivo a otro sin que se afecte su reproducción. Puede iniciarse la enfermedad lechosa en larvas sanas mediante inyección hipodérmica de los bastones en la sangre. Entre los muchos ingredientes probados como medio de cultivo, se ha encontrado que la tiamina y el triptófano son esenciales para el crecimiento y multiplicación de la forma de bastones, habiendo otras sustancias que también los favorecen. Sin embargo, hay algún elemento necesario para que se produzca el cambio de basto-

nes a esporos que se encuentra ausente de los muchos medios de cultivo que hemos experimentado, y desde 1934 han seguido adelantando los trabajos para encontrar un medio del que puedan obtenerse esporos.

Cuando se iniciaron los estudios del tipo A de la enfermedad lechosa encontramos que ocurría principalmente en una pequeña área donde el escarabajo japonés tenía más tiempo de establecido en este país. En otras palabras: el escarabajo se había extendido más rápidamente que la enfermedad y creímos que ésta ayudaría a reprimir el insecto en aquellos lugares en donde no ocurría, si se podían producir esporos suficientes.

Como entonces no podían obtenerse esporos, ni pueden obtenerse ahora, en medios artificiales de cultivo, el doctor Dutky creó una técnica nueva para obtenerlos. En ese procedimiento se emplea la misma larva como medio de cultivo, extrayéndose en el otoño miles de larvas sanas de los campos, que se guardan en un lugar frío en el laboratorio, de donde se remueven a medida que se necesitan, inoculándose hipodérmicamente cada una aproximadamente con un millón de esporos de tipo A de las larvas lechosas. Las larvas inyectadas se conservan individualmente a una temperatura de 86° F. en cajas seccionales que contienen tierra y hierba ya nacida como alimento durante 10 ó 12 días. En ese período cada larva contiene generalmente 2 billones o más de esporos. Los Estados Unidos de Norteamérica concedieron al doctor Dutky una patente amparando las características principales del procedimiento, y éste la cedió a la Secretaría de Agricultura.

En ocasiones se encuentra en un campo una cantidad de larvas lechosas lo suficientemente grande para justificar su recolección para ser tratadas, pero rara vez se halla un lugar que contenga un número suficiente de larvas enfermas en las condiciones que se requieren para hacer costeable su extracción.

Cuando la enfermedad ha llegado precisamente a la etapa adecuada, las larvas se sacan de la tierra, se lavan para remover las partículas de ésta y se colocan en frascos de agua helada, que se guardan en un refrigerador a una temperatura aproximada de 35° F. El enfriamiento aquieta las larvas y evita su deterioro, y cuando se ha acumulado un número suficiente de esas larvas inyectadas se vacía de los frascos el agua sobrante y las larvas se muelen en un molino de carne. Se toman muestras de la mezcla resultante de esporos y partes de larva y se inspeccionan para determinar cuántos esporos existen en cada unidad de la mezcla. Se añade la cantidad de yeso suficiente para normalizar la mezcla a 1 billón de esporos por gramo y se pasa luego a través de un ventilador para separar las masas de partículas. Se seca la mezcla en una corriente de aire caliente y se añade un aditivo, que generalmente es talco, para normalizar el polvo a 100 millones de esporos por gramo, o aproximadamente 2.8 billones de esporos por onza. A esta mezcla se le da el nombre de polvo de esporos y queda así lista para su empaque.

Si no hubiera pérdidas durante el procedimiento, 23 larvas que contuvieran 2 billones de esporos cada una producirían una libra de polvo de esporos. Se ha conservado en seco ese polvo hasta por un período de 10 años sin ninguna alteración apreciable y siempre está listo para usarse.

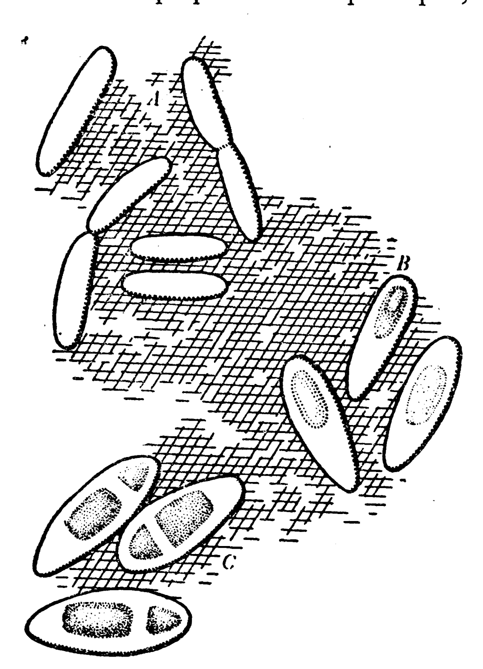
Los investigadores del laboratorio de Moorestown, en cooperación con agencias estatales y federales, iniciaron en 1939 un programa para colonizar la enfermedad en aquellas áreas en que no ocurría. A fines de la estación de 1950 más de 166,000 libras de polvo de esporos se habían aplicado a casi 122,000 sitios de colonización, tratándose casi 93,000 acres en 199 condados de 14 Estados y del Distrito de Columbia. Se emplearon por lo menos 15,500 libras de polvo de esporos en el tratamiento de fincas propiedad del Gobierno Federal o mantenidas por el mismo.

Las agencias entomológicas estatales han ayudado a veces a la producción de polvo de esporos, excavando e inoculando larvas, que se envían después bajo

refrigeración a Moorestown, en donde se efectúa todo el procedimiento para convertirlas en polvo de esporos, devolviéndose después ese polvo a los diversos Estados para su distribución. Se proporcionaron registros del número de sitios colonizados en cada Condado al laboratorio de Moorestown, y los investigadores de la Universidad de Maryland han llevado a cabo desde 1940 programas de inoculación de larvas y de distribución de polvo de esporos en gran escala.

Como el polvo de esporos es costoso y difícil de preparar, rara vez se aplica a la tierra en forma de cobertura completa. En aplicaciones experimentales se ha esparcido uniformemente en la tierra juntamente con fertilizantes comerciales o algún otro aditivo, habiéndose obtenido una buena infección de la enfermedad. No ha habido pruebas de que el fertilizante disminuya la acción de los esporos de la enfermedad. Sin embargo, el polvo de esporos se distribuye comúnmente en los campos por medio de un tipo manual modificado de sembrador rotatorio de maíz, que deja caer unos 2 gramos del polvo cada vez que se acciona. Para tratar una área pequeña, el polvo se puede aplicar en diversos lugares con una cucharita de té, siendo necesario simplemente colocarlo en la superficie de la tierra, ya que la próxima lluvia hará que penetre en ella.

La cantidad necesaria en cualquier área se determina por la distancia entre los puntos de aplicación, que quedan comúnmente con una separación de 3 a 10 pies. Cuando se aplica con un sembrador de maíz en proporción de 3 por 3 pies, se necesitan 20.6 libras de polvo de esporos para cubrir un acre. A intervalos de 5 por 5 pies se necesitarán 7.0 libras y cuando la proporción es de 10 por 10 pies se necesitarán 1.75 libras. El tamaño de las áreas tratadas ha variado grandemente, siendo deseable el tratamiento de porciones por lo menos de 2 medios acres por milla cuadrada en campos agrícolas abiertos. En áreas urbanas se considera como bueno el tratamiento de fincas por lo menos de una manzana en 10. Estas concentraciones del tratamiento son mayores que las que han podido emplearse en muchos lugares, y a menudo se ha aplicado el polvo de esporos solamente en unas cuantas localidades en donde ha sido mayor el recuento de larvas. En algunos lugares donde se han encontrado escarabajos en cantidades que se consideran destructoras, se ha dado una cobertura completa en áreas de 100 acres o más mediante puntos de aplicación más cercanos, habiéndose hecho lo anterior para obtener un establecimiento más rápido de la enfermedad.



Esporos de la enfermedad lechosa. *A,* bastoncillos vegetativos. *B,* bastoncillos en esporulación. *C,* esporos maduros.

Al colonizar nuevas áreas se seleccionan los lugares de tratamiento en donde haya césped permanente y un alto recuento de larvas. La enfermedad lechosa no se aplica comúnmente en campos que puedan ararse o cultivarse poco tiempo después de que hayan sido tratados, porque los esporos se esparcen y se entierran antes de que la enfermedad pueda establecerse. Además, el recuento

de larvas generalmente es bajo en esos lugares. La rapidez de la propagación de la enfermedad dependerá del número de larvas por pie cuadrado, de la proximidad de los puntos de aplicación en el área tratada y del número y tamaño de las porciones tratadas. Como las larvas se enferman principalmente al alimentarse en tierras infectadas, tiene que pasar algún tiempo para que la enfermedad se propague de las primeras larvas infectadas a todo un campo o a áreas mayores. La enfermedad lechosa se propagará de esos puntos iniciales mediante cualquier movimiento natural o artificial de las capas superiores de la tierra que contienen los esporos, por los movimientos de las larvas enfermas en la tierra y por los pájaros y animales que se alimentan en ellas. Se ha demostrado en forma experimental que se encuentran esporos vivos en los excrementos de pájaros que se han alimentado de larvas enfermas. Los esporos del tipo A de la enfermedad lechosa pueden resistir una amplia gama de temperaturas de la tierra y de condiciones de humedad, pero pueden perder algo de su fuerza infecciosa después de quedar expuestos directamente a los rayos del sol durante varios días.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica no dispone de polvo de esporos para su distribución a personas residentes en áreas infestadas por los escarabajos, pero ha autorizado a dos empresas para que lo preparen bajo licencia de la Secretaría de Agricultura.

Esos productos pueden adquirirse en muchas de las tiendas que venden semillas y accesorios en toda el área infestada por los escarabajos. El laboratorio de Moorestown examina muestras del polvo de esporos producidos por esas empresas varias veces al año para comprobar que se mantengan las normas requeridas, habiéndose encontrado que esas muestras son siempre satisfactorias. El polvo de esporos preparado por esas empresas se ha empleado para tratar pequeños huertos, fincas, campos de golf, parques y áreas semejantes, y en algunos lugares los clubes de jardinería u otras organizaciones cívicas han estimulado su compra y distribución. A veces las agencias estatales y municipales han comprado polvo de esporos y lo han empleado para complementar el que les suministra el laboratorio de Moorestown en sus programas cooperativos.

En algunos Condados, los agentes de los mismos y las juntas de supervisores han comprado polvo de esporos en cantidad para su venta a los agricultores a una fracción de su precio corriente de menudeo, y a veces los mismos agentes de los Condados han hecho los arreglos necesarios para distribuir el polvo en los campos.

Los observadores inexpertos probablemente notarían poca diferencia en el aspecto de las larvas sanas y de las que tienen la enfermedad lechosa, especialmente en las etapas iniciales. La cavidad hueca del cuerpo de la larva de un escarabajo está llena de sangre, cuya circulación se mantiene por medio de pulsaciones del vaso sanguíneo dorsal, un órgano parecido a un tubo, que sirve de corazón, que se extiende a todo lo largo inmediatamente abajo de la pared superior semitransparente del cuerpo de la larva y que puede verse fácilmente en una larva sana. A medida que se desarrolla la enfermedad lechosa y debido a los esporos en la sangre, cada vez se hace más difícil ver el vaso sanguíneo dorsal. En las etapas finales de la enfermedad, toda la larva, incluyendo las patas, a través de las cuales la sangre circula en forma igual que en otras partes de su cuerpo, tiene un aspecto blanco lechoso. Si se corta una de las patas apretándola con el filo de la uña, se formará una gota de sangre en el tronco, y esa gota será clara y acuosa en una larva sana y opaca y blanquecina en una larva lechosa. La prueba final de la enfermedad lechosa es el examen de una gota de sangre con un microscopio compuesto, para cerciorarse de la presencia de los organismos que la causan.

El escarabajo japonés hembra pone sus huevos en la tierra durante el verano. Las larvas que se incuban de los huevos son de un dieciseisavo de pulgada de largo al principio, pero al alimentarse crecen hasta cerca de una pulgada de largo. A medida que se desarrollan pasan por tres etapas o instares y el cambio de un instar al siguiente se produce mediante el desecho de la piel exterior. La etapa de larva se inicia a mediados del verano y continúa durante todo el otoño y el invierno hasta el cambio a crisálida a fines de la primavera siguiente o a principios del verano. Durante la etapa de crisálida el insecto permanece inactivo y pasa por todos los cambios que produce el escarabajo. El ciclo completo desde el huevo al escarabajo adulto requiere casi un año y se le llama una generación o progenie del insecto. Por ejemplo, los huevos que se pusieron en el verano de 1951 produjeron los escarabajos de 1952 y esto constituye la progenie de 1951-1952.

Las larvas del escarabajo japonés pueden infectarse con la enfermedad lechosa en cualquier tiempo durante el largo período de su vida como larvas. En pruebas experimentales de alimentación, más de la mitad de todas las larvas lechosas encontradas se infectaron durante el primero y segundo instares. Si una larva se infecta en determinado instar, rara vez vive para cambiar al siguiente, sino que continúa durante algún tiempo en estado completamente lechoso antes de morir. Las larvas que se infectan a fines del verano o del otoño sobreviven frecuentemente al invierno con la enfermedad en estado latente. A medida que la temperatura se eleva en primavera la enfermedad renueva su actividad, habiéndose producido experimentalmente la misma en las etapas anteriores a la crisálida, de crisálida y del escarabajo adulto, pero la infección natural en estas etapas probablemente no es muy común.

Como las larvas contraen la enfermedad lechosa y mueren después de un largo período de tiempo, la inspección de ellas en la tierra sólo mostrará las que están lechosas en ese momento, sin que se hallen rastros de las que se infectaron y murieron, porque sus cuerpos se habrán descompuesto en la tierra. El tiempo que deba transcurrir desde que la larva sana reciba por primera vez los esporos hasta que quede completamente lechosa varía con la temperatura. A los 86° F. las larvas mostrarán los primeros síntomas de la enfermedad lechosa en un periodo de 6 a 9 días y a temperaturas más bajas se necesitará un periodo mayor de tiempo. Los organismos de la enfermedad lechosa no se desarrollan a temperaturas mayores de 97°, y, por tanto, no pueden infectar al hombre ni a los animales domésticos o salvajes, ya que la temperatura de sus cuerpos es mayor. La enfermedad tamposo se desarrolla cuando la temperatura baja a menos de 62°. La enfermedad lechosa no ocurre en larvas infectadas en primavera, a menos que la temperatura de la tierra sea mayor que la ya citada por lo menos durante 2 semanas, y se necesitaría hacer exámenes semanales de la tierra mientras las larvas se encuentran presentes para tener un cuadro completo de la acción del mal. Se puede calcular la mortalidad producida por la enfermedad examinando la tierra en agosto, cuando la población de una progenie es mayor en ella, y haciendo otro examen más tarde para determinar la disminución de la progenie.

Un recuento de larvas hecho en otoño mostrará su número inmediatamente antes de la invernada. Otro recuento en mayo o junio del año siguiente mostrará el número que existe a medida que se acerca el tiempo del cambio a escarabajos, siendo comúnmente mayor el número de larvas lechosas en ese período. La diferencia en el número de larvas por pie cuadrado encontradas en los exámenes efectuados en agosto de un año y en junio del siguiente dará una idea del número de larvas que murieron debido a la enfermedad lechosa en cualquier progenie. Naturalmente, las larvas mueren debido a otras causas distintas de la enfermedad lechosa y debe tenerse en cuenta cualquier otro agente conocido que pueda causar su muerte.

Ralph T. White, del laboratorio de Moorestown, ha estado a cargo durante

muchos años de las investigaciones sobre la enfermedad lechosa, y a continuación doy algunos ejemplos de la acción de la enfermedad encontrados por él.

En 1941 eran tan abundantes los escarabajos en el Club Campestre de Glen Brook en Stroudsburg, Pennsylvania, que causaron serios daños al césped. En aquel entonces White no encontró pruebas de la existencia de la enfermedad lechosa. Empleando el método de puntos de tratamiento, en octubre de 1941 se infectaron con la enfermedad algunas porciones de tierra, a intervalos de 5 por 5, 5 por 10 y 10 por 10 pies, y las inspecciones efectuadas en todo el campo el 26 de mayo de 1942 mostraron un promedio de población de 76 larvas por pie cuadrado. En las áreas tratadas con mayor intensidad el recuento fue de 81 por pie cuadrado. Si no hubieran ocurrido abundantes lluvias, el césped del campo habría sido gravemente dañado por las larvas que se alimentaban en él.

Cuando se encontraba en el campo la nueva progenie en agosto de 1942, la población de larvas en el mismo fue de 88 por pie cuadrado. A principios de junio de 1943 ocurrió una disminución de 130 larvas por pie cuadrado a sólo 31 en la sección tratada a intervalos de 10 por 10 pies, de 53 a 11 en la sección de 5 por 10 pies cuadrados y de 82 a 11 por pie cuadrado en la sección de 5 por 5 pies. En dos áreas no tratadas las larvas tuvieron un promedio de 62 y 66 por pie cuadrado, respectivamente, en junio, quedando dañado en ellas el césped, aunque no se dañó en las porciones tratadas. La incidencia de la enfermedad varió de 30 a 62% en áreas tratadas a fines de junio, y se encontraron unas cuantas larvas lechosas en áreas no tratadas, comprobándose así que comenzaba a propagarse la enfermedad. En el otoño de 1943, dos años después del tratamiento con polvo de esporos, la enfermedad lechosa se había propagado a todo el campo sin que hubiera síntomas de daño al césped. Se examinó todo el campo en junio de 1949, y se encontró que las larvas sólo tenían un promedio de 1.7 por pie cuadrado, siendo larvas lechosas el 69% de todas las encontradas. En 1952 había tantos esporos en la tierra que no es probable que en lo futuro se dañe el césped.

En los extensos campos de la Administración y Ayuda a Veteranos de Perry Point en Perryville, Maryland, las larvas de la tierra mostraron un promedio de 37 por pie cuadrado en agosto de 1939, ocurriendo un notable oscurecimiento del césped a causa de la alimentación de las mismas. En aquella época hubo una baja incidencia de la enfermedad lechosa. De 1939 a 1949 se hicieron exámenes de la tierra en Perryville varias veces al año, con excepción de algunos de los años de guerra.

En investigaciones que cubrieron seis progenies, White encontró reducciones de 86.1 a 94.4% en la población de larvas, debidas en gran parte a la enfermedad lechosa. Durante los exámenes de junio el número de larvas lechosas varió de 27.7 a 67.0% y al computar estas cifras se tuvieron por muertas todas las larvas lechosas encontradas, ya que esas larvas mueren casi siempre. Se ha preguntado a menudo cómo es posible que con una mortalidad de larvas que se acerca al 90% en cada progenie, como ocurrió en Perryville, puedan nacer tantos escarabajos de la tierra infectada para que produzcan tan altos recuentos de larvas en agosto de cada año. Una explicación de esto es que un escarabajo hembra deposita de 40 a 60 huevos en la tierra, y en condiciones favorables unas cuantas hembras pueden concentrar grandes cantidades de huevos en una pequeña área. Otra razón es que en Perryville crecen tantas plantas alimenticias favoritas que los escarabajos procedentes de otros lugares invaden esa área para alimentarse, y a medida que depositan sus huevos en el césped bien cuidado, hacen que las poblaciones de larvas sean muy numerosas en agosto de cada año.

En 1940 eran tan abundantes los escarabajos en el Distrito de Columbia que habían dañado los céspedes al alimentarse en ellos. La enfermedad estaba bien establecida en una pequeña área, y el 55% de las larvas estaban enfermas. La

enfermedad ocurrió en algunos otros lugares, pero no había síntomas de ella en la mayoría del Distrito. Se continuó la aplicación de polvo de esporos que se había iniciado en 1940, y en 1949 las agencias federales habían aplicado un total de 3,784 libras en 2,929 acres. Se aplicó también el polvo de esporos en algunos lugares cercanos al Distrito por las agencias entomológicas de Maryland y Virginia y algunos grupos cívicos compraron y aplicaron polvo de esporos preparado comercialmente.

En el mes de agosto de 1941 el recuento de larvas en investigaciones de tierras efectuadas en diversos lugares tratados tuvo un promedio de 31.5 por pie cuadrado. En junio de 1942 el recuento de los mismos lugares fue de 7.0 por pie cuadrado, ocurriendo un promedio de 12 a 70% de larvas lechosas. Hay también datos disponibles de investigaciones efectuadas en diez lugares ampliamente separados, dos veces cada año, de 1946 a 1949. La población de larvas en ellos tuvo un promedio de 5.0 en junio de 1947, 5.4 en junio de 1948 y 1.6 en junio de 1949. La incidencia de la enfermedad durante esas investigaciones tuvo un promedio de 46.0% en 1947, 45.5% en 1948 y 57.0% en 1949, y ha habido una notable disminución en los escarabajos en el Distrito en años recientes, como era de esperarse de las escasas poblaciones de larvas, a pesar de las condiciones de clima que favorecían el aumento en su número. Las investigaciones efectuadas en 1948 en diversos puntos en los que no se habían hecho aplicaciones de polvos de esporos mostraron que la enfermedad estaba presente en todos ellos. Probablemente la enfermedad lechosa ocurre hasta cierto punto en dondequiera que se encuentran larvas en esa área. En 1951 se encontró el escarabajo japonés en grandes cantidades en lugares a corta distancia del Distrito de Columbia, y se cree que la escasa población de larvas en la mayoría del Distrito puede atribuirse en gran parte a la alta incidencia de la enfermedad lechosa en ellos.

Mientras hay más larvas por pie cuadrado, más rápidamente se establece y se propaga la enfermedad. En las tres localidades descritas ha habido grandes poblaciones de larvas y ha aumentado el número de esporos de la enfermedad en la tierra. Generalmente abundarán las larvas en lugares donde existen muchas plantas alimenticias favoritas en las que los escarabajos pueden alimentarse, y donde haya abundancia de buen césped para la postura de huevos, y esto fue lo que ocurrió en todos los lugares en los cuales se han descrito las actividades de la enfermedad. Cuando las condiciones son menos favorables, habrá menos escarabajos, la población de larvas será menor y se necesitará más tiempo para que se acumulen grandes cantidades de esporos en la tierra. Por tanto, la situación puede no ser siempre tan favorable como en los casos mencionados. A fin de lograr que la enfermedad se establezca tan rápidamente como sea posible, se ha empleado en ocasiones el polvo de esporos cuando la población de larvas es tan baja como una o dos por pie cuadrado y entonces el desarrollo de la enfermedad tiende a ser lento. Bajo condiciones altamente favorables, se ha obtenido un rápido establecimiento de la misma en la segunda estación después de su introducción, requiriéndose mayor tiempo en situaciones menos favorables.

Como los esporos pueden sobrevivir bajo condiciones desfavorables de clima, no es necesario volver a reintroducir el polvo una vez que se ha establecido la enfermedad en la población de larvas. Aunque a veces las condiciones desfavorables de clima reduzcan en tal forma las poblaciones de larvas que sólo se encuentre una por pie cuadrado, la enfermedad ha persistido, y se ha vuelto nuevamente activa al aumentar el recuento de larvas. En algunos lugares recientemente colonizados, la enfermedad lechosa no es todavía tan efectiva como lo será eventualmente, debido al tiempo necesario para que se establezca en forma general. A causa de las temperaturas más bajas en la parte norte del área infes-

tada por los escarabajos, algunos observadores creen que se necesitará más tiempo para que la enfermedad se establezca en ellos que el que es necesario para que lo haga en las áreas más calientes del Sur. Sin embargo, todos los indicios son de que la enfermedad puede establecerse en dondequiera que existan los escarabajos.

Debido al tiempo necesario para su incrementación efectiva, no se recomienda el empleo de la enfermedad como medida intermedia de represión en donde las larvas de los escarabajos sean tan numerosas que lleguen a dañar los céspedes En esos casos debe emplearse un veneno de acción rápida para matar las larvas y proteger los céspedes, pero hay que tener en cuenta que ese veneno no mate los esporos que se encuentren presentes. El polvo de esporos aplicado a altas dosis en esos lugares ha disminuido el número de larvas y detenido los daños, pero no siempre a tiempo de evitar daños adicionales a los céspedes.

Probablemente los organismos de la enfermedad lechosa ya existían en nuestras larvas blancas nativas antes de que el escarabajo japonés se introdujera a este país. Cuando se encontró por primera vez la enfermedad de tipo A en las larvas de los escarabajos japoneses, se examinaron minuciosamente las larvas de muchas de nuestras especies de escarabajos nativos de mayo o junio y se encontró la enfermedad en varias de ellas. Aparentemente diversas clases de bacterias causan la enfermedad lechosa en varias especies de larvas blancas. Puede haber existido el organismo del tipo A en algunas de las larvas nativas y al introducirse el escarabajo japonés encontrar sus larvas favorables para el desarrollo de la enfermedad. Hasta donde podemos saber, sólo en ciertas especies de larvas blancas se desarrolla la enfermedad lechosa y no hay memoria de que ocurra lo mismo con otros insectos.

Esta discusión se ha referido en gran parte al importante organismo del tipo A porque es el que se encuentra generalmente en los trabajos de colonización de campos. Otro organismo que se encuentra a veces en las larvas del escarabajo japonés es el *Bacillus lentimorbus,* que causa el tipo B de la enfermedad lechosa. Como ocurre con el tipo A, los intentos de producir la forma de esporos de este organismo en medios artificiales de cultivo no han tenido éxito. Se ha probado en parcelas de campo el polvo de esporos hechos con los organismos del tipo B, pero los resultados no han sido tan buenos como los obtenidos con el tipo A.

Además de la enfermedad lechosa, muchos agentes biológicos destruyen las larvas de los escarabajos, otras bacterias, hongos parásitos, nemátodos, insectos parásitos y predatorios, pájaros y otros animales. La cantidad de lluvias en el verano es un factor importante, porque siempre disminuye el número de los escarabajos después de los veranos con pocas lluvias. Entre todos esos factores la enfermedad lechosa es probablemente la más efectiva para detener el aumento del escarabajo japonés a medida que se propaga a nuevas áreas, que en su mayoría se encuentran exentas de sus enemigos naturales. Cualquier agente que disminuya o detenga ese aumento inicial hace que la plaga sea menos destructora. La enfermedad lechosa es uno de ellos, y ésta es la razón para colonizarla en lugares recientemente infestados tan pronto como el recuento de larvas llegue a un punto que permita la continuidad de la enfermedad. Los esporos de ésta aumentarán entonces en número en la tierra a medida que se infectan mayores cantidades de larvas. Esto hará que disminuya de nuevo el número de los escarabajos y la plaga del escarabajo japonés dejará de ser tan grave en lo futuro como lo fue en el pasado.

Ira M. Hawley *es nativo del Estado de Nueva York y se graduó en la Universidad de Michigan, habiendo recibido el título de doctor de la Universidad*

de Cornell. De 1931 a 1952 estuvo encargado de los estudios biológicos sobre el escarabajo japonés. El interés especial del doctor Hawley radica en el ciclo de estaciones del insecto en las diferentes partes del área infestada, su reacción a las condiciones de clima y su propagación y aumento de año en año. Se retiró en el año de 1952.

El procedimiento de vapor y calor

A. C. Baker

La mosca mediterránea de la fruta invadió la Florida en 1929 y se propagó rápidamente a través de la gran región cítrica del Estado, e inmediatamente se inició una campaña para exterminarla, siendo ésta la primera campaña en la historia que tuviera éxito para la extirpación de una extensa plaga de insectos.

Se necesitaron 19 meses antes de que se levantaran las cuarentenas, y mientras tanto se estaba madurando una cosecha que el país necesitaba y de la cual dependía la economía del Estado de Florida. Tenía que hallarse la manera de disponer de la cosecha sin riesgo para el resto del país, y sólo un embargo se consideraba como suficientemente seguro contra la mosca, excluyéndose la fruta procedente de países donde aquello ocurría.

¿Qué habría qué hacer? Se obtuvo toda la información posible relacionada con la mosca. Los inviernos fríos de los Estados del Noreste parecían asegurar los envíos de fruta desde las zonas protectoras, las zonas de 9 millas que rodeaban las regiones que se sabía que estaban infestadas, pero no se consideraba en igual forma a los Estados del Sureste, desde Carolina del Norte al oeste de Tennessee, y los Estados del Pacífico desde Utah al oeste de Idaho, ya que la aparición de la mosca en dichos Estados sería desastrosa. Se consideró a Idaho como una barrera y se decidió que ningún cítrico de Florida entraría a cualquiera de los Estados mencionados. A fin de abrir en ellos los mercados, era necesario desarrollar un tratamiento que garantizara fruta que estuviera exenta de cualquiera de las etapas en el ciclo vital de la mosca.

El tiempo se acortaba. La nueva cosecha estaba todavía en los árboles y parecía imposible desarrollar ningún procedimiento antes de que la fruta estuviera lista para su embarque. Sólo teníamos una esperanza: las larvas de la mosca mexicana de la fruta, que también atacan los cítricos, morían cuando se calentaba la fruta infectada por ellas a 110° F. o a mayor temperatura. Conocíamos los puntos de muerte de esas larvas y las de las dos moscas eran muy semejantes, por lo cual lo que era fatal para una debía de serlo para la otra.

Sin embargo, no se conocía forma alguna de calentar uniformemente grandes cargamentos de frutas cítricas. Había que hacer tres cosas: encontrar un método por medio del cual pudieran calentarse naranjas y toronjas en cantidades de carro por entero uniforme y rápidamente; una vez establecido el método, encontrar los puntos de muerte de las larvas, y por último, desarrollar un sistema que proporcionara una garantía igual a la del embargo.

Uno o dos años antes habíamos adquirido para ciertos estudios científicos con aspectos teóricos efectuados en el laboratorio del Departamento de Agricultura en Orlando, Florida, un gran gabinete que proporcionaba temperaturas y

humedades constantes. En ese gabinete se podía mantener una corriente forzada de una mezcla caliente y decidimos probarlo.

Cargamos el gabinete con fruta infectada e hicimos circular a través de ella una mezcla saturada de vapor, aire y agua finamente pulverizada, haciendo experimentos a 110° F., así como a temperaturas más altas y más bajas, encontrando que una temperatura de 110° durante 8 horas mataba todas las larvas. Nuestros experimentos continuaron. Necesitábamos saber lo que sucedería con grandes poblaciones de larvas, encontrar una fuente ilimitada de éstas y un lugar donde pudiéramos manejarlas libremente sin peligro de estorbar las otras fases de los trabajos que estaban extirpando de Florida las moscas y sus larvas. Hawaii era el lugar ideal, ya que la mosca mediterránea de la fruta abundaba allá en muchas clases de fruta y se podía efectuar el trabajo sin peligro. Se envió un gabinete y las fases de mortalidad se trasladaron a Hawaii.

Se estaban efectuando experimentos de laboratorio para determinar la reacción al tratamiento de diferentes variedades de cítricos según se había pensado primeramente. La reacción fue buena: después de que se enfrió la fruta los expertos no pudieron distinguir la tratada de la no tratada, incluyéndose en estos estudios muchas otras clases de frutas y legumbres a las que se sabía que la mosca atacaba también.

La cosecha nos estaba presionando. No había equipo comercial que pudiera manejar cantidades de fruta de carro por entero a base de nuestras especificaciones de laboratorio, y fue en vano que visitáramos a los ingenieros de las empresas comerciales. Tampoco tuvimos éxito cuando intentamos tratar la fruta almacenada en cantidades de carro por entero en varias otras formas. El problema consistía en encontrar la manera adecuada de obtener vapor saturado que al condensarse dejaría escapar el calor latente, una especie de calor escondido.

Sin embargo, pudimos esterilizar perfectamente dos carros de toronja que se enviaron a las almonedas de Nueva York. Uno de ellos se vendió a precios extraordinarios y la fruta esterilizada resultó aceptable para la industria, pero para manejar ese volumen necesitábamos un equipo normal que suministrara vapor saturado de manera uniforme.

Arthur B. Hale, un ingeniero comercial, encontró la solución al estar observando una prueba de laboratorio. En corto tiempo revolvió chorros de agua y de vapor en una caja mezcladora de metal. Un termóstato conectado a una válvula en la línea de vapor regulaba la temperatura, y un ventilador de aspas múltiples extraía la mezcla a través de una serie de deflectores para eliminar las gotas de agua, forzando la mezcla de aire, vapor saturado y rocío pulverizado hacia abajo por medio de un rociador en la cámara y a través de la carga de fruta colocada en cajas de madera. Un falso piso ranurado montado en pilotes de guía dirigía la mezcla ya usada hacia un ducto de retorno a la caja mezcladora. La condensación se eliminaba por medio de una válvula de purga en el piso. Había nacido ya el equipo comercial normal.

Un mes después de la venta en almoneda de nuestros carros de prueba la fruta esterilizada llegaba a los mercados, y en noviembre se concedió autorización para enviarla a los Estados del Sur y del Pacífico.

La industria cítrica de Texas acababa de iniciarse en 1927 cuando apareció la mosca mexicana de la fruta, y pronto ocurrieron infestaciones anuales ya tarde en la estación. Sin embargo, los volúmenes de los envíos a los mercados eran pequeños y la cosecha podía enviarse suficientemente temprano para evitar pérdidas graves debidas a la infestación. Cada año llegaban a Texas grandes cantidades de moscas procedentes de regiones silvestres en la parte noreste de México, pero la fruta de la cosecha de cada estación podía enviarse con seguridad a todo el país antes de que llegaran esas migraciones.

Como la mosca se había convertido en un problema tanto para México como

para los Estados Unidos de Norteamérica, los dos países se unieron en 1928 para estudiarla y se estableció un laboratorio cooperativo, contribuyendo México con los terrenos y edificios y los Estados Unidos de Norteamérica con el personal y equipo necesarios. En 1929 el laboratorio había descubierto la temperatura de los puntos de muerte de las larvas de la mosca mexicana de la fruta, información que más tarde fue muy valiosa en los trabajos efectuados en Florida. D. L. Crawford, que trabajó en México desde 1914, había propuesto que se calentaran los cítricos, pero no se conocía ninguna forma adecuada de hacerlo. El laboratorio había perfeccionado también trampas y señuelos para las moscas, a fin de registrar las migraciones que llegaban a Texas.

La industria necesitaba una estación de venta más prolongada y mercados más extensos, lo que significaba el embarque de fruta cuando las moscas se encontraban presentes. El laboratorio de México estableció las especificaciones contra la mosca mexicana de la fruta y se introdujo la esterilización en las cosechas de 1937-38, que protegía la fruta tardía. Con el transcurso de los años se ha mejorado el procedimiento, reduciéndose el período de tiempo a una exposición de 4 horas a 110° F. con un período preparatorio de 6 horas para elevar la temperatura de los cargamentos. En 1948 se iniciaron experimentos con un nuevo método que permitiría eliminar el período preparatorio. Se ha esterilizado fruta calentándola rápidamente a mayores temperaturas e interrumpiendo el tratamiento, lo que ha dado buenos resultados.

Se han mejorado también las cámaras de esterilización. Se diseñó una chimenea de ventilación a través de la cual escapan el aire y el rocío inmediatamente después de la esterilización, y en la actualidad las temperaturas en el interior de la fruta y las de la mezcla de vapor se registran gráficamente por medio de registradores automáticos de temperatura.

La esterilización fue indispensable en Texas para la expansión de la industria, y en 1950 se habían esterilizado medio millón de toneladas.

Las frutas mexicanas sujetas a los ataques de la mosca de la fruta se excluyeron durante muchos años de los mercados de los Estados Unidos de Norteamérica y muchas no se aceptan todavía, pero la infestación de la toronja en Texas por una especie mexicana y la aplicación del procedimiento de vapor y calor hicieron que fuera lógico aceptar los cítricos mexicanos sujetos a ataques por los mismos insectos cuando se esterilizaban con igual procedimiento bajo supervisión y garantía norteamericanas. Por tanto, en septiembre de 1945 se autorizó que entraran a los Estados Unidos de Norteamérica las naranjas, toronjas y mangos de Manila mexicanos bajo esas condiciones. Se construyeron plantas empacadoras para el comercio canadiense y europeo y se instalaron y equiparon cámaras esterilizadoras, comenzando a aparecer en 1950 en los mercados norteamericanos las naranjas mexicanas esterilizadas por el procedimiento de vapor y calor.

Las frutas y legumbres de Hawaii se habían excluido durante muchos años de nuestros mercados debido a la presencia en las islas de la mosca mediterránea de la fruta y de la mosca del melón. Las principales industrias agrícolas de Hawaii, la caña de azúcar y la piña, son industrias de preparación que las moscas no atacan, pero se creía allá que la apertura de los mercados de nuestro país estimularía la producción de legumbres fuera de estación, alentaría un aumento en la producción de ciertas frutas y finalmente daría origen a un comercio de exportación lucrativo. Se examinaron las especificaciones de Florida contra la mosca mediterránea de la fruta, se hicieron nuevas especificaciones contra la mosca del melón y en 1938 se abrieron los mercados de este país a las frutas y legumbres hawaianas contra las cuales existía embargo. Sin embargo, el volumen que se ha manejado después de la esterilización ha sido pequeño.

En 1946 invadió las islas la peligrosa mosca oriental de la fruta, que atacó casi todas las cosechas y aun aquellas frutas que las otras dos moscas habían

respetado, habiéndose declarado embargos contra todas las frutas que aquélla infectaba. Esta nueva plaga resultó más difícil de extirpar que las otras dos y hubo que establecer nuevas especificaciones para el procedimiento, pero como el tratamiento era más serio, tenían que estudiarse las tolerancias en todos aquellos que incluía. Sin embargo, en 1950 se volvieron a abrir los mercados de este país a las papayas, pimientos, calabaza común italiana, tomates y piñas frescas esterilizadas.

El fin primordial del tratamiento con vapor y calor fue la esterilización de las frutas cítricas contra las moscas de la fruta. Sin embargo, el procedimiento se ha empleado en forma experimental en otras cosechas infectadas por diversos insectos. Se ha probado en plantas caseras infectadas por insectos que producen escamas o costras con resultados prometedores. Los bulbos de narciso infectados por los ácaros y las larvas de las moscas de los bulbos se calentaron a 111° F. durante 2 horas, eliminándose las plagas. El procedimiento aumenta también el crecimiento de los bulbos. El cardo Gerbera ha quedado libre de los ácaros del ciclamen con un tratamiento de 30 minutos y el procedimiento ha eliminado los ácaros en las plantas de fresa. La floración se demoró un poco, pero el crecimiento fue excelente y más grande y continúa la producción de fruta. Los experimentos con material de viveros parecen ser prometedores, pero la tierra apelmazada que sostiene las raíces ha causado algunas dificultades. Como el procedimiento influencia la invernada, ha hecho que la saxífraga Astilbe florezca para su aparición anticipada en los mercados.

El procedimiento de vapor y calor tiene una característica poco común: cuando se esterilizan frutas cítricas, cualquiera de ellas que tenga picaduras de espinas, que esté maltratada, ligeramente infectada o dañada en forma semejante se vuelve de color café en el lugar del daño y puede desecharse fácilmente cuando la fruta llega a los clasificadores. Gran cantidad de fruta dañada en esa forma no puede descubrirse si no se esteriliza, pero cuando se embarca se descompone en tránsito antes de que llegue al mercado. Por tanto, la esterilización disminuye las pérdidas de transportación.

A. C. BAKER *está encargado de la investigación cooperativa en México por la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. El desarrollo en 1929 del procedimiento de vapor y calor en Florida bajo su dirección hizo posible el éxito del programa para la extirpación de la mosca mediterránea de la fruta en aquel Estado, mientras se enviaba a los mercados la cosecha de cítricos que aquélla atacaba. Los investigadores que trabajaron con él establecieron también las especificaciones del mismo procedimiento para los cítricos de Texas, para las frutas y legumbres de Hawaii y para las naranjas, toronjas y mangos de Manila de México.*

El tratamiento en frío de las frutas

Henry H. Richardson

CIENTOS DE TONELADAS de uvas frescas, peras y otras frutas decadentes se importan todos los años a fines del invierno y en primavera a los Estados Unidos de Norteamérica para renovar nuestras propias existencias. Prácticamente todas

ellas proceden del Hemisferio Sur, en donde la estación es exactamente opuesta a la nuestra, y en donde muchas localidades se encuentran infestadas por la mosca mediterránea y otras moscas de la fruta.

Antes que privarnos de esas frutas y eliminar ese comercio con el extranjero, se han desarrollado tratamientos de cuarentena para librar las frutas de las larvas de moscas que pudieran encontrarse en algunas de ellas. Se da a la fruta un tratamiento en frío por medio de equipos comerciales ordinarios de almacenaje en frío o de refrigeración, y como resultado del mismo no se encontró una sola larva viva en las 285,000 cajas de uvas, peras, ciruelas y manzanas procedentes de África del Sur y de Argentina que importamos en 1951, en su gran mayoría para los mercados de la ciudad de Nueva York.

Hace más de 40 años que se sabe que el tratamiento en frío da resultados contra la mosca del Mediterráneo de la fruta. Las larvas, huevos y crisálidas de la mosca se exterminarán exponiéndolas a temperaturas de 36° F. o menores durante varios períodos de tiempo. El primer empleo comercial del tratamiento en gran escala se efectuó en Florida en 1928, cuando se permitió que gran parte de la fruta cítrica de esa región, en donde se estaba llevando a cabo una campaña de extirpación de la mosca mediterránea, se enviara a los mercados después de conservarla a 34° o menos durante 12 días.

Más tarde se permitió la entrada de uvas y otras frutas infectadas con la mosca mediterránea si se trataban en plantas apropiadas de almacenaje en frío a su llegada a Nueva York. Finalmente, en 1937, se aprobó el tratamiento para su aplicación a la fruta que se encontraba a bordo de barcos durante el viaje.

A fin de que pueda medirse con precisión el período de exposición a una temperatura determinada, la fruta tiene que enfriarse previamente a la temperatura de tratamiento, procedimiento al que se llama enfriamiento inicial. Por tanto, el tratamiento en frío consiste en dos etapas: el enfriamiento inicial de la fruta hasta su centro a la temperatura deseada, y su conservación a esa temperatura o a una más baja durante 12 a 20 días, dependiendo de la especie de mosca de que se trate y de la temperatura de tratamiento escogida, ya sean 33°, 34°, 35° ó 36° F.

El enfriamiento inicial debe terminarse antes de que los embarques salgan del país de origen, a fin de que un inspector del Departamento de Agricultura de dicho país pueda determinarlo y señalar oficialmente el principio de la segunda etapa del tratamiento. Como son necesarios de 18 a 20 días o más para un viaje desde el África del Sur o Argentina, el tratamiento en frío se ajusta perfectamente a los itinerarios marítimos. Durante el viaje se conserva un registro completo de las temperaturas del aire y de la fruta en cada compartimiento mediante instrumentos automáticos registradores de temperatura. A su llegada a este país, los funcionarios de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas revisan las tablas de temperatura, y si no encuentran irregularidades declaran la fruta debidamente tratada y exenta de cuarentena.

El procedimiento se encuentra en todo momento bajo una cuidadosa supervisión. Sólo pueden hacerse embarques en barcos examinados y aprobados previamente por representantes del Departamento de Agricultura, y esa aprobación se basa en la debida circulación del aire en los compartimientos refrigerados, capacidad adecuada de enfriamiento y aislamiento, funcionamiento exacto de los instrumentos registradores de temperatura e identificación de los elementos sensibles a la temperatura que se colocan en los compartimientos. Antes de que se cargue la fruta para un viaje se verifica el funcionamiento de los registradores de temperatura y se prueban los elementos sensibles para determinar si registran las temperaturas correctas. Estos elementos se encuentran en los extremos de largos cordones de extensión que penetran a los compartimientos y los inspectores agrícolas verifican su correcta colocación en la corriente de aire y

en la fruta. Cuando el enfriado inicial de la fruta se ha efectuado en debida forma, es decir, cuando las temperaturas de las pulpas de las frutas han bajado al nivel del tratamiento deseado, el inspector extiende un certificado de enfriamiento inicial que se envía al puerto de entrada de los Estados Unidos de Norteamérica.

En su mayoría, los instrumentos registradores de temperatura son del tipo electrónico de contactos múltiples y generalmente tienen una precisión de uno o dos décimos de grado Fahrenheit. Un solo instrumento puede registrar la temperatura hasta en 16 lugares distintos. Los registros se imprimen de uno en uno en un rollo de papel y cada uno de ellos se identifica por medio de un número impreso al margen. El instrumento puede ajustarse para que imprima a intervalos de 1 ó 2 minutos, de manera que pueda registrarse la temperatura en cada punto por lo menos una vez cada 16 minutos o más a menudo si el número de puntos es menor. Cada elemento sensible lleva el mismo número que se imprime en el rollo de papel, y generalmente cada compartimiento tiene por lo menos 4 elementos, 2 para medir la temperatura del aire y otros 2 para medir la de la fruta. El rollo de papel tiene un largo aproximado de 128 pies, o sea lo suficiente para registrar las temperaturas durante un viaje de 30 días.

En el África del Sur todas las exportaciones de fruta se hacen por una oficina controlada por el Gobierno, y en consecuencia todo se maneja desde un solo punto. Se da un enfriamiento inicial a la fruta de 30° F. en una planta de almacenaje en frío vecina a los muelles, y se transfiere a las bodegas de cualquier barco tan rápidamente, que la temperatura sólo se eleva 1 ó 2 grados, lo que permite iniciar el tratamiento en frío tan pronto como la fruta se encuentra a bordo.

En Argentina no hay las facilidades necesarias para el enfriamiento inicial de la fruta en los muelles. Ésta se carga generalmente en carros refrigerados de ferrocarril o tiene que transportarse en camiones desde las plantas de almacenaje en frío, a considerables distancias de los muelles, lo que hace que la temperatura de la fruta sea sólo de 38° a 40° cuando se carga a bordo del barco, habiendo necesidad de terminar el enfriamiento inicial a bordo del mismo. La fruta tiene que estibarse en forma más abierta para permitir que el aire circule entre todas las cajas de fruta a fin de asegurar un enfriamiento uniforme. Como el procedimiento requiere generalmente 2 ó 3 días o más, la fruta debe cargarse varios días antes de que zarpe el barco. Todas las cajas de fruta llevan una marca de identificación a fin de evitar que pueda mezclarse la fruta tratada con la no tratada, lo que es indispensable, porque se importa cierta cantidad de fruta no tratada para su tratamiento después de su llegada a Nueva York.

El tratamiento en frío de la fruta en sí sería relativamente costoso como medio de extirpar las moscas de la fruta, pero como es indispensable que la fruta importada se conserve refrigerada para evitar su descomposición, su empleo durante el viaje como tratamiento de cuarentena ha resultado muy práctico. La mayoría de los barcos modernos cuentan con refrigeración adecuada, así que generalmente sólo es necesaria la instalación de registradores de temperatura para poder regularla en forma más precisa. El hecho de que la fruta se encuentre completamente limpia o desinfectada a su llegada a este país evita el riesgo de diseminación de las moscas de la fruta.

Como resultado de la regulación uniforme de la temperatura durante el enfriamiento inicial y en todo el tratamiento en el curso del viaje, la fruta llega ahora en mejores condiciones que antes, habiéndose demostrado a menudo la eficacia del tratamiento en frío de la fruta al inspeccionarla en relación con otros insectos. Se han encontrado larvas muertas de moscas de la fruta, lo que constituye una prueba de los riesgos incurridos al importar fruta no tratada, de los

efectos positivos del tratamiento y de la necesidad de continuar una cuidadosa supervisión para proteger nuestra propia industria de frutas.

HENRY H. RICHARDSON *hizo sus estudios en el Colegio del Estado de Massachusetts y en el Colegio del Estado de Iowa y comenzó a trabajar con la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en el año de 1926. Llevó a cabo trabajos sobre fumigantes y otros insecticidas en el Centro de Investigación Agrícola de Beltsville, Maryland. Durante la Segunda Guerra Mundial prestó sus servicios en el Cuerpo de Sanidad del Ejército, y desde entonces ha continuado trabajando en Hoboken, Nueva Jersey, en el desarrollo de tratamientos de plantas y productos reglamentados por las cuarentenas de plantas. En 1949 fue enviado a Argentina para ayudar al Gobierno de aquel país en relación con el tratamiento que aquí describe.*

Las trampas son de alguna utilidad

Howard Baker y D. E. Hienton

LOS HÁBITOS de los insectos, que los hacen esconderse en lugares abrigados, viajar lentamente a través de espacios abiertos en busca de fuentes de alimento, encogerse y caer cuando se les molesta y que los atraen hacia ciertas plantas alimenticias, colores, olores y luces favoritos, han sugerido el empleo de trampas para disminuir su número y poderlos controlar.

Las trampas son implementos que permiten coger desapercibidos a los insectos, y hace mucho tiempo que se ha reconocido su posible valor en la represión de los mismos, siendo casi los únicos medios de reprimir muchas plagas en el pasado.

La mayoría de las trampas son sólo parcialmente efectivas y continúan usándose hasta que se descubren otros tratamientos más efectivos o como complemento de otros métodos, pero han contribuido grandemente a nuestros conocimientos sobre los insectos. Son un útil auxiliar de la investigación para los entomólogos y a menudo son inapreciables para llevar a cabo programas de represión en gran escala y para evaluar sus resultados.

Las trampas para insectos pueden ser pequeñas o grandes, sencillas o complicadas, ser de una gran variedad de formas y funcionar de acuerdo con diversos principios. La mayoría de ellas combinan medios o materiales que fuerzan o atraen a los insectos dentro de un receptáculo que evita que escapen o que los conserva durante el tiempo suficiente para permitir su destrucción. Es grande el interés popular en ellas y la investigación continúa mejorándolas y ampliando sus aplicaciones.

Las trampas pueden ser tan sencillas como una simple tabla colocada en la tierra cerca de las plantas, un surco alrededor de un campo o una lámpara colocada sobre una tina con agua, o pueden ser señuelos especiales tales como una sustancia química aromática o una lámpara con un aditamento especial para capturar o destruir los insectos.

Antiguamente se recomendaba atrapar los insectos bajo tejas, piedras, tablas y otros materiales en los lugares apropiados como medio de represión de aquellos

insectos que tienden naturalmente a esconderse en sitios semejantes. El método que se recomendaba hacia 1840 para el curculio del ciruelo exigía que se limpiara la basura a un par de pies de la base de los árboles y que en esa área previamente limpia se colocaran pedazos de corteza, piedras u otros materiales semejantes como escondite para los insectos adultos, que después se recolectaban y destruían a intervalos regulares. Este método era menos eficaz que otros y pronto se abandonó.

Una forma semejante de reprimir las larvas del *Agrotis* se conocía desde 1838: se colocaban manojos compactos de retoños de sauco, asclepia, trébol, gordolobo o cualquier otra hierba verde en cada quinto surco y sexta colina y se aplanaban con el pie. Las visitas y exámenes periódicos descubrían las larvas, que podían destruirse con un instrumento cortante.

Más tarde se añadió veneno al material de esas trampas a fin de que no fueran necesarias las inspecciones de rutina. Las lombrices se han atrapado y destruido con trampas de tablas, y a fines de 1800 se protegía el maíz contra ellas colocando bajo tablas a intervalos en los campos de maíz pequeños manojos de trébol cortado, envenenados con verde de paris en agua, y en esta forma se destruyeron grandes cantidades de escarabajos. Los escarabajos de la calabaza se esconden también debajo de tablas o basura y desde muchos años atrás se han reprimido parcialmente en los huertos domésticos atrapando los adultos debajo de pequeñas tablas colocadas cerca de las plantas, siendo necesario recolectar y matar cada mañana los insectos atrapados.

Joseph Burrelle sugirió en 1840 enredar algo en los troncos de los manzanos o colocar un trozo de tela en su horquilla para atrapar y matar en un brasero las larvas de la falena nocturna. Las larvas abandonan los manzanos cuando su crecimiento ha terminado e hilan sus capullos en lugares protegidos en los árboles. Antes de mucho tiempo otras personas encontraron que podían atraparse más gusanos si se quitaba la corteza áspera de los árboles y si la tierra debajo de ellos se limpiaba de hierbas y basura, lo que forzaba grandes cantidades de gusanos a quedar atrapados en las bandas.

El material de esas bandas varía grandemente y en 1860 era muy popular una cuerda de heno. Más tarde se usó papel grueso de envoltura, papel para construcción, papel crepé, papel corrugado, franela, lona y arpillera. Las bandas tenían que quitarse aproximadamente 10 días y destruirse los gusanos que contenían durante el período en que aquéllos abandonaban la fruta. En la década de 1920 ocurrió una mejoría que consistía en una banda, generalmente de papel corrugado y cubierta con una capa de beta-naftol en aceite, que mataba los gusanos que hacían capullos en la fruta. En condiciones favorables esas bandas tratadas químicamente capturan a menudo el 50% o más de los gusanos que se desarrollan en la fruta.

El proteger los cobertizos de empaque con tela de alambre u otros medios para atrapar las falenas que emergen en primavera aprovecha el hábito de las larvas de las mismas de hacer capullos en lugares protegidos. Los gusanos que se maduran en las manzanas después de la recolección pueden hacer capullos en cualquier recipiente en que se encuentren o en algún lugar protegido en los cobertizos de empaque. Si los implementos de recolección se guardan en esos cobertizos de empaque, se pueden atrapar las falenas a medida que nacen, evitando así que lleguen a los huertos. Por las noches, una lámpara incandescente atrae las falenas que han quedado confinadas en esta forma, pudiendo destruirse por medio de una trampa provista de una rejilla de alambres electrizados.

Algunos insectos, entre ellos el curculio del ciruelo y el picudo de la pecana, se encogen, caen al suelo y se fingen muertos cuando se les molesta. Durante muchos años se disminuyeron los daños causados por el curculio del ciruelo

sacudiendo simplemente el tronco y ramas gruesas de los árboles infestados para desalojar los curculios adultos que caían en una manta extendida debajo del árbol. La manta constituía una trampa de la cual se recogían y destruían los insectos. Durante mucho tiempo este fue el único método recomendable para combatir la grave plaga del picudo de la pecana y el método tiene una efectividad casi de 50 por ciento.

ALGUNAS TRAMPAS ESTÁN DISEÑADAS para atrapar insectos que saltan o brincan cuando se les molesta. El recolector de saltamontes es una de las mejores que se conocen. Consiste sencillamente de una canal larga y poco profunda hecha de tablas o de metal, montada sobre patines, que puede arrastrarse a través de un campo para atrapar los saltamontes. Un deflector vertical como de 3 pies de alto se monta atrás del canal, y se pone en éste una poca de agua a la que a veces se añade petróleo suficiente para cubrir el agua con una capa delgada. Los saltamontes brincan para escapar al recolector, pegan en el deflector vertical y caen en el agua cubierta de petróleo. Un modelo de esta trampa atrapa simplemente los saltamontes en una caja de tela de alambre y no necesita agua con petróleo. Se han recolectado hasta 8 *bushels* de saltamontes por acre con estos implementos. A veces la parte posterior y los lados se cubren con una sustancia pegajosa y estas trampas atrapan gran cantidad de saltamontes de las hojas cuando se pasan en campos de trébol o alfalfa. Puede emplearse una variación de estos recolectores contra los pulgones que se encuentran en los huertos de hortalizas, que consiste simplemente en un deflector cubierto con una sustancia pegajosa o en una caja cuyos lados interiores están cubiertos con la misma sustancia.

LOS INSECTOS RASTREROS son fáciles de atrapar, especialmente con trampas que consisten de sencillas barreras. Cuando los pulgones, orugas, escarabajos de mayo sin alas y otros insectos semejantes se mueven de un campo a otro, pueden detenerse mediante profundos surcos de tierra suelta que se aran en su camino. La tierra suelta impide que escapen los insectos, y se hace que éstos caigan en agujeros más profundos excavados a intervalos a lo largo del surco. Pueden destruirse con petróleo o aplastarse con un trozo de madera grueso. Los canales de riego a veces impiden el movimiento de los grillos mormones de las praderas a los campos de riego. Pueden emplearse bandas de sustancias pegajosas para impedir el avance de los insectos rastreros tales como los gusanos de la gangrena de otoño y primavera de los manzanos, olmos y otros árboles frutales y de sombra, el escarabajo de rayas blancas de la pecana y de otros árboles y los gusanos trepadores de un gran número de cosechas huéspedes. Se emplean también sustancias químicas tales como la creosota o el cianuro de calcio, espolvoreadas o regadas en la línea de marcha de los pulgones, complementadas con una serie de agujeros en la parte de fuera para atrapar los insectos detenidos.

Los pequeños insectos que vuelan o son transportados por los vientos se atrapan a menudo con una sencilla trampa hecha cubriendo con una sustancia pegajosa un trozo de papel, tabla, tela de alambre o los lados interiores de una caja abierta, cilindro o cono. El papel matamoscas pegajoso es un ejemplo de esto. Las trampas con sustancias pegajosas son útiles para estudiar los hábitos de vuelo y dispersión de los saltamontes de las hojas, áfidos, fílidos, insectos que producen escamas y otros. Para este fin las trampas pueden colgarse de soportes adecuados en los patios, campos o huertos, en los árboles, o montarse en un vehículo en movimiento. El color del material cubierto con la sustancia pegajosa puede afectar el número de insectos que se atrapen cuando la trampa está fija. El color amarillo y algunos otros en grado menor parecen aumentar el atractivo de la trampa para ciertos insectos durante las horas del día.

Se ha usado la luz por mucho tiempo para atraer los insectos voladores nocturnos a las trampas. Las llamas descubiertas y las linternas han sido reemplazadas por lámparas eléctricas. La luz atrae por las noches a varios cientos de especies de insectos, entre los cuales se encuentran las falenas, el picudo europeo del maíz, los gusanos del tabaco y del tomate, el gusano de la mazorca del maíz y el escarabajo de cigarrillo.

Diversos factores tales como la longitud de onda y la intensidad de radiación de las lámparas afectan la reacción de los insectos. El ultravioleta, el azul y el verde son generalmente más atrayentes que el amarillo, el rojo y el infrarrojo. La región de luz negra cercana al ultravioleta es muy atrayente para el picudo europeo del maíz y la mariposa de cuerno. La atracción de los insectos voladores nocturnos es mayor a medida que aumenta la intensidad, aunque no en la misma proporción, hasta aproximadamente un cuarto de la intensidad de la luz solar.

En aquellos lugares donde los insectos voladores nocturnos son especialmente molestos, deben escogerse luces o lámparas amarillas o rojas, que son menos atrayentes para los insectos, de preferencia a las blancas o azules.

HAY TRES TIPOS DE TRAMPAS ELÉCTRICAS para insectos: el de rejilla, el de succión y el mecánico. Generalmente se emplea una lámpara como fuente de atracción en los tres tipos, aunque pueden emplearse señuelos en los tipos de rejilla y de succión con buenos resultados.

En una sola noche se atraparon ochenta y cinco libras de mosquitos Clear Lake, atraídos por una lámpara eléctrica, con una trampa del tipo de succión, y cada libra contenía aproximadamente 1 millón de insectos. Se han destruido moscas caseras y de establo atraídas por un señuelo a una trampa de caja con rejilla eléctrica en cantidades de 100,000 por día, y más de 500 mariposas de cuerno se capturaron en una noche con una trampa mecánica.

El tipo de rejilla se construye en varias formas y tamaños. La rejilla en sí consiste en alambres paralelos que se conectan alternados a los bordes de un circuito de alto voltaje y bajo amperaje. El insecto que trata de pasar entre cualquier par de alambres, cierra el circuito entre ellos y se electrocuta. Se necesita un transformador para elevar el voltaje doméstico de 110 a 3,500 volts o más en la rejilla. Originalmente se desarrolló un tipo plano rectangular con rejilla de alambres verticales u horizontales para emplearse en ventanas o puertas con malla de alambre en restaurantes, panaderías y granjas lecheras para extirpar moscas. Se emplea en instalaciones de campo con una lámpara adecuada, para verificar el tiempo de salida y concentraciones de vuelo de insectos como el picudo europeo del maíz y las falenas. Otro tipo para instalación de campo es de forma circular y tiene una rejilla que rodea la lámpara. Un tipo de caja de trampa de rejilla es de forma rectangular y de varias pulgadas de profundidad, con una rejilla en la parte superior de la caja, y se emplea principalmente en la represión de las moscas cuando es necesaria su ausencia por razones sanitarias.

Las trampas eléctricas del tipo de succión producen una corriente de aire que absorbe los insectos dentro del ventilador y los fuerza al interior de una bolsa porosa o recipiente semejante. Los insectos se destruyen quemándolos con agua caliente, aplastándolos o cloroformizándolos. Las trampas de succión son útiles para combatir los escarabajos de cigarrillo en los cobertizos abiertos de las granjas tabaqueras. La tendencia de ciertas mariposas para volar en círculos alrededor de una lámpara que las atrae es menor en las trampas eléctricas del tipo de succión que en las de tipo de rejilla.

Las trampas mecánicas incluyen una lámpara u otro tipo de señuelo debajo de los cuales hay un recipiente poco profundo que contiene un líquido para capturar los insectos. Un tipo más complicado tiene un espacio cubierto al que

los insectos pueden penetrar fácilmente, pero que no pueden abandonar porque se lo impide una serie de deflectores dispuestos en forma conveniente.

Una trampa de este tipo, diseñada por los ingenieros de la división de electrificación de granjas de la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola, ha dado buenos resultados en la captura de mariposas de cuerno. Cinco de estas trampas instaladas en una granja tabaquera en Wake Country, Carolina del Norte, capturaron 12,874 mariposas durante una semana del mes de septiembre de 1951.

Los insectos que se alimentan en más de una cosecha pueden atraparse en una de ellas a fin de proteger las otras. Cuando se plantan unas cuantas hileras o surcos de huéspedes favoritos juntamente o alrededor de una cosecha principal, a tiempo para atraer alguna especie de insectos mutuamente perjudicial, la cosecha principal puede ser atacada levemente mientras que permanece atractiva la que sirve de trampa. En el mejor de los casos este método es sólo parcialmente efectivo y puede no tener ningún valor si los insectos atrapados en la cosecha de trampa no se destruyen antes de que la abandonen. Se ha sugerido este método para proteger los melones cantalú y los pepinos de los ataques del gusano encurtido, plantando calabazas comunes de arbusto cada 2 semanas en los campos de melones; para proteger la cosecha principal de semilla de la larva de la cebolla plantando hileras de cebollas silvestres alrededor del campo y a intervalos dentro del mismo para atraer las moscas que ponen huevos; para proteger las cosechas huéspedes del escarabajo arlequín plantando como cosechas de trampa hileras de mostaza, col rizada, nabo o rábano a principios de la primavera o fines del otoño; para proteger los chícharos contra el picudo plantando hileras marginales de chícharos con anticipación a la cosecha principal, y para proteger el maíz contra el escarabajo japonés plantando una hilera angosta de frijol soya alrededor de los campos de maíz.

El método de trampa de árbol o de tronco es una variante para atrapar escarabajos de corteza en áreas boscosas. Se tiran árboles para atraer los escarabajos dañinos de la corteza a un punto en donde puedan destruirse fácilmente. Recomendado por largo tiempo en Europa, este método no ha resultado muy efectivo en los Estados Unidos de Norteamérica.

Puede utilizarse el atractivo de los alimentos favoritos de los insectos para atrapar muchas plagas. Pequeñas cajas de píldoras o latas cubiertas de parafina, con cebo de soluciones azucaradas o jarabes, trozos de tocino, grasas comestibles o carne, atraen las hormigas. Éstas pueden destruirse sumergiendo el recipiente en una tina de agua hirviendo o añadiendo un veneno al cebo. Durante muchos años se han empleado jaulas cilíndricas de malla de alambre untadas de cerveza agria, una solución de una parte de melaza negra en tres partes de agua, leche o desperdicios de fruta para atrapar moscas. Las jaulas de malla de alambre más comunes tienen 12 a 18 pulgadas de diámetro y hasta 24 pulgadas de altura, con un cono abierto de malla de alambre en su interior que llega casi hasta el fondo. Se colocan en patas de una pulgada sobre bandejas de poco fondo que contienen el cebo. Algunas trampas semejantes para moscas, con cebo de carne en agua, han disminuido las poblaciones de corónidas o moscas grandes en extensas áreas de Texas. El sulfato de nicotina en el cebo mata las moscas al ser atraídas por éste. Las moscas se matan también con las rejillas eléctricas de trampas de caja, a las que las atre un cebo, o en mosquiteros electrizados en las ventanas a través de los cuales traten de volar.

Las soluciones fermentadas y aromáticas y diversas sustancias químicas atraen a las trampas una gran variedad de insectos. La trampa para la exposición del cebo puede ser un recipiente de vidrio, molde de horno, lata o charola. Puede emplearse también un deflector o soporte cubierto de una sustancia pegajosa. El señuelo puede ser también una simple solución fermentada de

azúcar o malta, una sustancia química aromática como geraniol, eugenol metílico, aceite de sasafrás o acetato de terpinil, o proteínas tales como albúmina de huevo en polvo, levadura de cerveza en polvo o cafeína, esencia de trementina, jabón de aceite de linaza o amoníaco doméstico, o sustancias especiales como los atrayentes sexuales como gyptol, que se obtiene de los segmentos abdominales terminales de las hembras de las mariposas gitanas.

En los últimos años se ha dado atención a las trampas que se basan en señuelos para insectos voladores y se encontraron algunos usos que tuvieron gran aceptación. Sin embargo, todas ellas sólo dan una represión parcial.

En las áreas del Este infestadas por el escarabajo japonés se han capturado grandes cantidades de insectos con trampas de color amarillo brillante colgadas de soportes en lugares asoleados. La más común consiste en una sustancia química aromática (combinación de geraniol y eugenol) y de un recipiente para la misma (un frasco pequeño con mecha) para contener el cebo, así como de un deflector para enviar los escarabajos a un embudo debajo del mismo, que conduce a un recipiente para retener los insectos atrapados. Cuando se emplean en base comunal en áreas fuertemente infestadas, esas trampas pueden capturar muchos *bushels* de escarabajos y disminuir el nivel general de infestación. Sin embargo, empleadas individualmente causan comúnmente daños más extensos en las propiedades donde se usan.

Los cultivadores de manzanas están tan familiarizados con las trampas con cebo para las falenas nocturnas, como las amas de casa con el papel matamoscas. Las soluciones de azúcar o malta fermentadas, en recipientes de vidrio de boca ancha, bandejas de poco fondo o latas colgadas en los árboles, atraen las falenas. Las latas son más efectivas cuando se cuelgan en la parte superior de los árboles y se añade a la solución de cebo una sustancia química aromática como el aceite de sasafrás, bromos stirol, aceite de nuez moscada o esencia de trementina. Se calcula que esas trampas atraparon casi 500,000 falenas en 4 años cuando se colocaron en proporción de una por árbol en 35 acres de la costa noroeste del Pacífico. Sin embargo, hubo casi tanta fruta con gusanos en las áreas donde se colocaron trampas que en aquellas donde no las hubo.

Se ha popularizado una trampa de vidrio en forma de tintero conocida como trampa McPhail para exponer cebos que atraen las moscas de la fruta y sobre todo especies tropicales y subtropicales. Las moscas de la fruta penetran al interior de la trampa a través del fondo cóncavo abierto parcialmente. Cuando se emplean cebos de proteínas este tipo de trampa es muy útil contra varias especies de moscas centroamericanas. Con un cebo de jabón de aceite de linaza atrapa grandes cantidades de moscas del melón; con un cebo de eugenol metílico es eficaz para atrapar los machos de la mosca oriental de la fruta, y con un cebo de una solución azucarada fermentada atrae ambos sexos de las moscas orientales de la fruta.

Un pequeño cilindro de metal con cebo de un extracto preparado con los dos últimos segmentos abdominales de la mariposa gitana es altamente atrayente para los machos de esas mariposas. Se adaptan a cada extremo del cilindro dos conos de malla de alambre con una abertura para que penetren las mariposas, y un forro de papel con una sustancia pegajosa en el interior impide que escapen. El empleo del extracto de dos segmentos y por trampa atrapará los machos de las mariposas, pero se necesita el extracto de 15 segmentos para atrapar un número máximo. El extracto se coloca en un rollo de papel corrugado suspendido por un alambre en el interior del cilindro. Estas trampas no son prácticas para la represión, pero se han empleado en investigaciones sobre la existencia de las mariposas gitanas en casi 7 millones de acres en Nueva Inglaterra, Nueva Jersey, Nueva York y Pensilvania en 1950 y de nuevo en 1951.

El interés en las trampas nunca decrece y continúan los esfuerzos para mejorar su efectividad y extender su radio de aplicación y probablemente algún día se diseñarán trampas que sean considerablemente superiores a las que ahora conocemos. Indudablemente esos esfuerzos valdrán la pena.

Howard Baker *es uno de los investigadores de la división de insectos de frutas de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en la Universidad de Massachusetts en 1923 e inmediatamente entró a formar parte del Departamento. Después de varios trabajos de campo sobre los insectos de los manzanos y pecanas en el Este, Medio Oeste y Sur fue transferido a Washington en 1944.*

T. E. Hienton *está encargado de la división de electrificación de granjas de la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola. De 1925 a 1941 estuvo encargado de las investigaciones sobre electrificación de granjas en la Universidad de Purdue, en donde efectuó investigaciones sobre equipo eléctrico de granjas. El doctor Hienton ha recibido títulos de la Universidad del Estado de Ohío, del Colegio del Estado de Iowa y de la Universidad de Purdue.*

La energía radiante y los insectos

Alfred H. Yeomans

La energía radiante puede aplicarse en innumerables formas a la destrucción de insectos. Para evitar daños durante el almacenaje y la transportación de plagas a zonas de cuarentena se ha experimentado con ella en las frutas, patatas, granos, maderas, textiles y tal vez en otros artículos. Se ha empleado para matar larvas de mosquitos en el agua. Su objeto es matar los insectos en forma económica sin dañar las sustancias o materiales en donde viven.

La energía radiante incluye la energía eléctrica en varias longitudes de onda tales como las ondas de radio, las infrarrojas, las ondas luminosas visibles e invisibles, los rayos X y los rayos gama, así como las ondas sonoras de diversas longitudes como las que son perceptibles al oído y las ultrasónicas. Incluye también la energía de diversas partículas atómicas tales como los neutrones, partículas alfa y electrones.

Su acción depende de la estructura de la materia. Todo lo que es materia incluyendo los insectos, se compone de combinaciones de algunos de los 92 elementos básicos. Cada uno de ellos comprende un tipo especial de sistema solar eléctrico llamado átomo. Los sistemas en sí se componen de partículas elementales, algunas de las cuales no tienen carga eléctrica o masa alguna. Dos de esas partículas, los protones (que tienen carga eléctrica positiva) y los neutrones (que no tienen ninguna carga eléctrica), forman la masa básica del núcleo atómico. El número de protones determina el tipo de átomo que se forme. El núcleo está rodeado a una distancia relativamente grande de electrones con carga negativa que tienen un patrón definido. Normalmente el número de electrones es igual al número de protones en el núcleo. Los átomos pueden combinarse químicamente en varias formas de sistemas solares eléctricos o moléculas, que producen los diferentes materiales y sustancias que conocemos. Los organismos

vivientes están formados por los complicados patrones de esas moléculas, de cuya composición hay muchas cosas que ignoramos. Nada se sabe de la sustancia que da vida a la combinación de moléculas que forman los organismos vivientes.

La energía contenida en un átomo es enorme si se compara con su tamaño. Algunos tipos de átomos pueden descomponerse, liberándose su energía, como acontece con la explosión de una bomba atómica. Los sistemas solares eléctricos del átomo pueden cambiarse también en forma menos drástica. La energía radiante en varias formas e intensidades es el medio que se emplea para ello y puede utilizarse para aumentar las vibraciones naturales del átomo y de las moléculas, lo que produce un aumento de temperatura de los materiales. Puede emplearse también para producir combinaciones químicas de átomos difíciles de combinar y pueden también atacarse las moléculas con energía suficiente para arrancar electrones de ellas y dejar fragmentos llamados iones.

La estructura molecular de un insecto es tan compleja que cuando se aplica la energía radiante es difícil precisar cuáles son los factores o combinaciones de ellos que causan su muerte. Sin embargo, cada tipo de energía radiante causa una acción predominante en las moléculas, y cuando la energía es lo suficientemente intensa el insecto muere porque se despedaza físicamente.

El empleo de ondas de alta frecuencia o ultrasónicas, diferentes de las perceptibles por el oído, es una ciencia relativamente nueva. Se efectuaron los primeros trabajos hacia 1900 y hasta la Primera Guerra Mundial permanecían sólo como estudios de laboratorio en los que se empleaban pequeños diapasones, descargas eléctricas y silbatos especiales para producir esas ondas. Durante la guerra se utilizó un angosto haz de sonidos de alta frecuencia para descubrir submarinos y desde entonces se han utilizado para hacer señales bajo el agua, descubrir defectos en los materiales y remover humos. Se han utilizado en forma experimental en televisión, medicina, biología y metalurgia, y son una ayuda en la agitación de soluciones y en la producción de ciertas reacciones químicas.

El descubrimiento de que las señales ultrasónicas enviadas en el agua mataban los peces y destruían otras formas de vida marina hizo que se investigaran los efectos de las ondas ultrasónicas en organismos biológicos. Se han expuesto muchos tipos de organismos a varias frecuencias e intensidades de esas ondas, encontrándose que matan con toda facilidad los peces y las ranas y que destruyen insectos y bacterias. Se han explicado con toda claridad algunos de los efectos de las ondas ultrasónicas en los organismos biológicos, pero sólo se ha encontrado una explicación parcial para algunos otros. Los efectos biológicos pueden ser debidos al calor generado por las ondas sonoras, o si la energía es lo suficientemente intensa, al desgarramiento o rompimiento de los organismos, mientras que los efectos menos aparentes se deben probablemente a cambios químicos.

Es impracticable el empleo de ondas sonoras en la mayoría de los programas de represión de insectos, debido a la poca eficiencia de las ondas de baja frecuencia y a la dificultad de transmitir ondas de alta frecuencia en el aire. El equipo de alta frecuencia disponible en 1952 sólo podía emplearse en pruebas de laboratorio, y aunque se puede exponer un ejemplar en un líquido, las altas cualidades de reflexión y absorción de los materiales que protegen al insecto hacen que este método de represión sea impracticable, con la sola excepción de aquellos insectos que carecen de esa protección.

El sonido es una fuerza mecánica producida por rápidas vibraciones en algún medio tal como el aire o el agua, que se propaga en forma de ondas. Las ondas sonoras tienen tres dimensiones principales: frecuencia, velocidad e intensidad.

La frecuencia se expresa en ciclos o vibraciones por segundo. Un kilociclo es igual a 1,000 ciclos por segundo. La frecuencia y el tono son idénticos en la

mayoría de los casos, y las notas de la escala musical se definen en términos de frecuencia. El oído humano registra sonidos desde 16 a 20,000 vibraciones por segundo y más allá de esta gama el sonido es ultrasónico. La frecuencia más alta que se haya alcanzado hasta ahora es de 500 millones de ciclos.

La velocidad de las ondas sonoras se determina por el medio en que se propagan. El sonido recorre aproximadamente 1,000 pies por segundo en el aire y 4,800 pies por segundo en el agua, dependiendo principalmente de la temperatura.

La longitud de onda puede determinarse dividiendo la velocidad por la frecuencia. En el aire, a una frecuencia de 1,126 ciclos por segundo, la longitud de onda es aproximadamente de un pie. A 1,000 kilociclos la longitud de onda en el aire es más o menos, de 0.0344 de pulgada y en el agua como de unos 0.145 de pulgada. A fin de poder estudiar las ondas sonoras se emplea un osciloscopio de rayos catódicos que las hace visibles.

La intensidad es la cantidad de energía en las ondas sonoras. Una tecla de piano golpeada violenta o suavemente produce el mismo número de vibraciones por segundo pero con intensidades diferentes, y como la energía es la que hace el trabajo, la máquina sonora más efectiva es la que puede producir mayor fuerza en las vibraciones que emite. En las bajas frecuencias las intensidades se miden en decibeles o en vatios por centímetro cuadrado. Hay varios instrumentos que se emplean para medir la energía de una onda sonora, pero es difícil obtener un alto grado de precisión en esas medidas.

Las ondas sonoras que causan mayores daños a los insectos son las que tienen una frecuencia que produce la máxima absorción en el insecto y la mínima en los materiales que lo rodean. Se ha encontrado que aumenta la cantidad de absorción con el cuadrado de la frecuencia de la onda sonora y con la viscosidad y condiciones de temperatura del material. La absorción de energía en el aire es bastante alta si se la compara con la del agua.

El físico alemán L. Bergmann da los valores siguientes para las distancias en el aire y en el agua, a las que la intensidad del sonido reduce a la mitad:

	10 Kc.	*100 Kc.*	*1,000 Kc.*
Aire	220 m.	220 cm.	2.2 cm.
Agua	400 km.	4 km.	40 m.

La absorción en los sólidos depende de la estructura del grano o fibra del material. Los materiales fibrosos como el algodón o la lana de vidrio tienen los valores de absorción más altos.

La generación de calor es especialmente fuerte en las superficies limítrofes de dos sustancias cuando las atraviesan ondas ultrasónicas.

Cuando las ondas sonoras se propagan de un medio a otro, una parte de la energía se refleja al primer medio, dependiendo la cantidad reflejada de la densidad de cada material y de la velocidad del sonido. En las zonas limítrofes de aire y sólidos se refleja prácticamente el 100% de la energía.

Cuando una onda sonora encuentra un obstáculo, la cantidad de reflexión depende del tamaño y forma del objeto. Si éste es pequeño en comparación con la longitud de onda, algunas de las ondas tienden a propagarse alrededor del objeto. Cuando las ondas sonoras chocan en ángulo contra un objeto, cierta parte de ellas sufre una refracción y el resto se refleja. En los líquidos y en los sólidos toda la onda se refleja cuando el ángulo de incidencia es mayor de 15°.

Las láminas delgadas pueden ser o no ser buenas conductoras de las ondas sonoras, dependiendo de sus dimensiones y propiedades físicas.

La coraza dura de algunos insectos, como las cucarachas adultas, tiene un alto grado de reflexión y es muy difícil de destruir.

Cuando la energía sonora es lo suficientemente intensa para causar la destrucción de las células de un insecto probablemente se obtiene el máximo de acción destructora por medio de longitudes de onda más cortas que el tamaño de las células, pero lo suficientemente largas para producir una resonancia natural, lo que causaría un máximo de presión a un tiempo mismo en diferentes partes de la célula, pudiéndose formar así burbujas de gas que estallan con una presión enorme y destruyen el organismo.

Uno de los primeros generadores ultrasónicos prácticos se basó en el descubrimiento hecho en 1880 por Pierre y Jacques Curie de que cuando se somete a presiones y tensiones un cristal de cuarzo cortado en forma especial se desarrollarán cargas eléctricas en sus caras. Más tarde se encontró que se podía producir un efecto inverso y que el cristal se agrandaba y contraía produciendo ondas sonoras cuando se aplicaba un voltaje alternado a su superficie. Si se corta el cristal en forma adecuada y se le sujeta de manera que su resonancia o vibraciones naturales amplifiquen las ondas, es posible ampliar grandemente las vibraciones. El cristal puede también cortarse en forma cóncava para enfocar las ondas, y se ha encontrado que un cristal cóncavo es más eficiente que uno plano. En el foco de las ondas sonoras convergentes la energía puede ser hasta 150 veces mayor que en otros puntos. Al generador ultrasónico de cristal se le llama de tipo piezo-eléctrico y se ha empleado extensamente para producir frecuencias mayores de 200 kilociclos, pudiendo producir frecuencias más bajas con varillas especiales de cristal. Debido a su alta frecuencia este tipo de generador no se emplea para producir ondas ultrasónicas en el aire u otros gases. La parte del generador que convierte la energía eléctrica en ondas sonoras, llamada transductor, se sumerge en aceite de transformador, del cual se transfieren las ondas sonoras al medio de prueba.

Otro medio de producir ondas ultrasónicas es por medio de un generador de tipo de magnetostricción, que produce ondas sonoras por la magnetización y desmagnetización de una varilla de metal. Cuando se magnetizan algunos materiales y se someten a tensiones y compresiones se induce un voltaje en una bobina que los rodea, pudiendo invertirse el procedimiento: si se magnetiza una varilla por medio de una bobina y se induce un voltaje alternado en otra bobina que rodea a la varilla, se generarán ondas ultrasónicas en el extremo de ésta. Las ondas que se generen dependen de la frecuencia e intensidad de los voltajes aplicados, empleándose generalmente varillas de níquel o de aleaciones de níquel. Para que sea eficiente, la varilla tiene que diseñarse en forma tal que utilice su resonancia para amplificar las ondas que se producen. Generalmente se fija una placa circular en el extremo de la varilla para que funcione como radiador. Los circuitos eléctricos son muy sencillos, y a bajas frecuencias es posible obtener grandes cantidades de energía de este tipo de generadores. A altas frecuencias no se pueden sintonizar con precisión y son demasiado sensibles a la temperatura. El generador de magnetostricción se emplea generalmente para frecuencias desde 5,000 hasta 60,000 ciclos, y a esta frecuencia puede emplearse para generar ondas sonoras en gases y en líquidos. Los generadores de magnetostricción y los piezo-eléctricos funcionan a una frecuencia fija, variándose la intensidad por medio de la energía eléctrica que se les aplica. Generalmente están construidos en forma tal que puede variarse la frecuencia cambiando la unidad transductora.

El tipo de generador sónico de sirena se emplea para producir ondas sonoras de baja frecuencia en el aire. No es tan eficiente como los de magnetostricción o piezo-eléctricos, pero puede manejar grandes cantidades de energía mecánica y la frecuencia puede cambiarse variando la velocidad del rotor.

En el Centro de Investigaciones Agrícolas de Beltsville, Maryland, se han hecho gran número de experimentos exploratorios sobre el empleo de ondas

ultrasónicas contra los insectos. Se empleó un generador de tipo piezo-eléctrico, un Ultrasonerator modelo SL 520 con cuatro ensambles de transductores, diseñado cada uno de ellos para producir una frecuencia fija. Las frecuencias disponibles son de 400, 700, 1,000 y 1,500 ciclos. Empleando la frecuencia de 400 ciclos el máximo de energía eléctrica aplicada fue de 300 miliamperes y 1,800 volts o 540 watts. Se hicieron otras pruebas a 200 miliamperes y 1,250 volts, o aproximadamente la mitad de la energía. Debido a varias pérdidas sólo se pudo aplicar a los ejemplares aproximadamente la mitad de la energía. La exposición de los ejemplares de prueba a las ondas sonoras es difícil debido a la pérdida de gran parte de ella en el material empleado para sostener la muestra.

Generalmente se producen ondas constantes en el recipiente en el que funciona el generador. La posición en que se coloca la muestra con relación a esas ondas constantes es de mucha importancia. El cristal y otras partes del transductor se colocan en una jarra de vidrio que contiene unos 12 litros de aceite de transformador. El cuarzo radia las ondas ultrasónicas hacia arriba a través del aceite, a una copa muy delgada de cobre de tres pulgadas de diámetro y tres de profundidad que contiene agua en circulación. Las muestras de prueba se suspenden en esa copa enfriada por agua. En los generadores piezo-eléctricos y de magnetostricción que funcionan en un líquido se produce calor en ese líquido por la conversión de vibraciones eléctricas a mecánicas así como por la absorción de las ondas sonoras. Como en entomología se conocen bastante bien los efectos de la temperatura, se hicieron las primeras pruebas para descubrir los demás efectos de las ondas ultrasónicas, lo que se hizo conservando el agua en circulación a una temperatura constante. Sin embargo, la temperatura parece modificar los demás efectos de las ondas ultrasónicas y debe estudiarse más tarde.

Sometimos a prueba larvas de falenas recién nacidas y experimentamos diversas formas de sujetarlas, habiendo encontrado que los dedales de extracción de papel o el papel filtro las protegían demasiado. Se obtuvieron mejores resultados cuando se expusieron las larvas en pequeños recipientes de cristal con agua. En una serie de estas últimas pruebas, cuando se mantuvo la temperatura aproximadamente a 17° C., la energía eléctrica a 300 miliamperes y 1,800 volts con una frecuencia de 400 kilociclos, la mortalidad varió de 100% con una exposición de 40 segundos a 25% con 10 segundos. Cuando se aumentó la temperatura a 20° C. la mortalidad varió de 70% a 5 segundos a 50% a 2 segundos, y cuando se disminuyó la corriente a 160 miliamperes y 1,100 volts con una temperatura de 20° C. la mortalidad fue de cero con una exposición de 5 segundos.

Se expusieron larvas de falenas en secciones de manzana selladas con cera en tubos de pruebas a ondas ultrasónicas de 400 kilociclos con una corriente de 200 miliamperes y 1,250 volts, y de 300 miliamperes y 1,800 volts, no ocurriendo mortalidad alguna con exposiciones de 15, 30, 60 ó 120 segundos. Cuando se suprimió la cera, tampoco hubo mortalidad con exposiciones de 10 minutos a 17° C. o de una hora a 20°. Los huevos de la falena de 1 a 4 días de edad colocados en papel se expusieron en agua a ondas ultrasónicas de 400 kilociclos con una corriente de 300 miliamperes y 1,800 volts, con tiempos de exposición hasta de 120 segundos; 30 por ciento dejaron de incubar, en comparación del 14 por ciento de los huevos no tratados.

Se expusieron áfidos de la col en pequeñas secciones de hojas de col. El agente humedecedor que usamos, laurilsulfato de sodio(1-10,000), no evitó por completo la formación de burbujas de aire en las hojas. Se empleó una frecuencia de 400 kilociclos y una corriente de 300 miliamperes y 1,750 volts. La mortalidad varió de 62% con 4 minutos de exposición a 100% con 30 minutos. No se encontró cera en los áfidos muertos o agonizantes, pero aquellos

que sobrevivieron tenían la capa normal encerada, siendo probable que estos últimos hayan quedado protegidos por las burbujas de aire. Parece que hay una correlación directa entre la mortalidad y la aparente ausencia de cera en los áfidos.

Se expusieron en forma semejante áfidos de la judía en hojas de esa legumbre y se encontró una correlación directa entre su mortalidad y la protección proporcionada a los áfidos por las burbujas de aire. Murieron todos los áfidos que quedaron completamente mojados y muchos de ellos se hincharon.

Se expusieron también en forma semejante los ácaros de dos lunares. Se tuvo cuidado de mojarlos más completamente que los áfidos, muriendo el 90% de ellos con exposiciones de 4 a 30 minutos. Algunos de los ácaros muertos quedaron completamente aplastados como consecuencia de las ondas ultrasónicas.

Se expusieron a los efectos de la energía ultrasónica a una frecuencia de 400 kilociclos las larvas del tercer instar del mosquito de la fiebre amarilla. Con una corriente de 300 miliamperes y 1,800 volts, las larvas murieron a exposiciones de 7 segundos a 25° C. hasta 9 minutos a 42°. A muchas de ellas se les salieron los intestinos después de una exposición de 3 minutos o más. Con una corriente de 200 miliamperes y 1,250 volts hubo una mortalidad de larvas de 92% después de 2.5 segundos de exposición a 22.2° C. y de 100% después de 20 segundos de exposición a 23.5°. Cuando la corriente se redujo a 100 miliamperes y 750 volts, una variación de 2.5 a 20 segundos no pareció afectar la mortalidad, que fue aproximadamente de 35% a 21.5° C.

En experimentos previos con mosquitos adultos de la fiebre amarilla, en los que se emplearon ondas sonoras de baja frecuencia producidas en el aire por un generador de tipo de sirena, no hubo efectos aparentes en los mosquitos a frecuencias de 100 a 21,000 vibraciones por segundo con una corriente de 2 watts, ni se produjeron efectos dañinos a 13,000 y 21,000 vibraciones por segundo con 100 watts de corriente. Los mosquitos se colocaron en jaulas cilíndricas de alambre de cobre de 20 mallas de 2 pulgadas de diámetro y 7 de largo.

Diversos investigadores han estudiado los sonidos producidos por los insectos y actualmente pueden reproducirse con exactitud muchos de ellos, habiéndose sugerido que esos sonidos pueden emplearse para atraer a los insectos y destruirlos.

Se han empleado las ondas de radio aproximadamente desde 1928 en gran número de estudios relacionados con los insectos, pero los trabajos se han efectuado empleando corrientes y gamas de frecuencias limitadas. Los efectos de las ondas de radio en los insectos parece que se deben principalmente al calentamiento. En experimentos con bacterias en los que se eliminaba el calor tan pronto como se producía y la temperatura podía conservarse abajo del punto térmico de muerte se obtuvieron algunas pruebas de que los campos eléctricos de alta intensidad pueden matar sin calor. Como normalmente el calentamiento de esas altas intensidades mataría primero los organismos, las ondas de radio se han empleado solamente como un medio de alcanzar las temperaturas necesarias para matar los insectos. Para fines prácticos, el calentamiento por medio de ondas de radio debe ser más económico que los medios más sencillos de elevar la temperatura, más rápido y menos perjudicial para los diversos artículos. A fin de emplear y evaluar las ondas de radio para la represión de insectos deben conocerse algunas de sus propiedades.

Las ondas electromagnéticas, entre las que quedan incluidas las ondas de radio, pueden clasificarse de acuerdo con su longitud de onda. Las ondas de audio, que se emplean para convertir las ondas eléctricas en ondas sonoras, tienen una longitud de onda mayor de 20,000 metros. Las ondas de radio empleadas para la transmisión de energía a grandes distancias tienen longitudes de onda desde 20,000 metros hasta aproximadamente un centímetro. Los rayos

infrarrojos tienen longitudes de onda desde un centímetro hasta aproximadamente un micrón. Los rayos de luz visibles varían de un micrón hasta 4,000 unidades Angstrom, los rayos X de 300 a una unidades Angstrom y los rayos gama y cósmicos son menores de una unidad Angstrom.

Las ondas electromagnéticas son sencillamente campos en movimiento en los que la energía fluctúa alternativamente entre un campo eléctrico y otro magnético. Esas ondas pueden propagarse a través del vacío, y al igual que otras formas de ondas tienen tres dimensiones principales, que son frecuencia, velocidad e intensidad.

La frecuencia es el número de ciclos por segundo que un campo cambia de eléctrico y magnético, y viceversa. Un kilociclo equivale a 1,000 ciclos por segundo y un megaciclo es igual a un millón de ciclos por segundo.

La velocidad de las ondas electromagnéticas en el vacío es de 300 millones de metros por segundo aproximadamente, o igual a la velocidad de la luz. La permeabilidad y características dieléctricas de los materiales en los que se propagan las ondas afectan su velocidad.

La longitud de onda es función de la frecuencia y de la velocidad. Puede computarse la longitud de onda en el espacio dividiendo 300 millones por la frecuencia.

Un campo de ondas de radio de alta frecuencia es más útil para calentar los malos conductores de la electricidad que los buenos conductores como los metales, que se afectan principalmente cerca de la superficie. Si se desea calentar buenos conductores por medio de la electricidad, es más eficiente pasar una corriente alterna directamente a través de ellos o inducir una corriente alterna en los mismos rodeándolos de otra corriente alterna.

El calentamiento de materiales no conductores (dieléctricos) en un campo de ondas de radio de alta frecuencia se hace generalmente en un horno cuya parte superior e inferior son las placas de un condensador. Se utilizan bulbos oscilatoria para activar una placa con una carga positiva, mientras que la otra se carga negativamente, cambiando esas cargas con cualquier frecuencia que se desee. Mediante un diseño apropiado se puede establecer un campo eficiente dentro del cual se colocan los ejemplares entre las placas. Para que sea eficiente, la frecuencia no debe formar ondas constantes en las placas o en el ejemplar. Asimismo, las placas deben ser de una forma que evite los efectos de orilla y los ejemplares deben establecer una dieléctrico constante y uniforme entre las placas.

La intensidad del campo en las ondas de radio se expresa en volts por centímetro. El voltaje permisible a través de los electrodos en el calentamiento de dieléctricos queda limitado por la resistencia del material del dieléctrico, la que a veces cambia con la frecuencia, o la temperatura. Cuando hay humedad puede producirse vapor, y si la conductabilidad del material hace que ocurran arcos cuando se aplican altos voltajes, esos arcos carbonizarán el ejemplar.

El calor generado en un ejemplar dieléctrico colocado en un campo electromagnético puede computarse cuando se conocen ciertas propiedades eléctricas del ejemplar. Esas propiedades pueden medirse, pero varían en forma diversa con la frecuencia de las ondas electromagnéticas, la temperatura y el contenido de humedad del ejemplar, y esos factores hacen que cada tipo de material tenga una frecuencia óptima para calentamiento eficiente, así como otra frecuencia óptima para producir un campo intenso sin que ocurran arcos. Se ha encontrado que el calentamiento varía directamente con el cuadrado de la intensidad del campo y con la primera potencia de las propiedades eléctricas del material.

Las investigaciones con ondas de radio de alta frecuencia en los insectos han demostrado que cuando éstos se sumergen en harina, granos o materiales semejantes no ocurre ninguna acción selectiva que pueda notarse en el insecto,

lo que se debe probablemente a la conducción de calor, ya sea hacia el insecto o lejos de él, a medidas que la temperatura varía entre los dos. Es probable, por tanto, que aunque cada insecto tuviera su propia frecuencia óptima, ciertas consideraciones prácticas requerirían el empleo de la frecuencia óptima del material en que queda sumergido.

Las ondas electromagnéticas pueden reflejarse, refractarse y difractarse, y pueden reflejarse de cualquier abertura bien definida si sus dimensiones son comparables por lo menos a la longitud de onda y son de constante dieléctrico distinto de aquel del medio.

Los rayos infrarrojos se han empleado para calentar insectos hasta el punto de muerte. Si los insectos se encuentran en granos u otros materiales semejantes, hay que calentar esos materiales a la temperatura requerida. Los rayos infrarrojos se absorben fácilmente por la mayoría de los materiales, así que su penetración no es tan profunda como la de las ondas de radio. El método empleado más comúnmente para producir rayos infrarrojos es por medio de lámparas rojas incandescentes que se emplean extensamente como fuentes de calor. En algunas aplicaciones comerciales de calentamiento de granos para matar insectos se hace pasar el grano suelto en transportadores de banda entre hileras de lámparas infrarrojas, colocadas tanto arriba como abajo de las bandas, y en esa forma el grano se calienta rápidamente a la temperatura necesaria para matar los insectos que lo infestan.

Los RAYOS LUMINOSOS VISIBLES se han empleado para atraer insectos a fin de atraparlos y destruirlos, no habiéndose encontrado otros efectos que puedan utilizarse para su represión. Se producen por medio de las lámparas comunes incandescentes o fluorescentes, que proporcionan una amplia gama de longitudes de onda a intensidades relativamente bajas. Se cree que los rayos luminosos y ultravioleta, los rayos X y los rayos gama son fotones que resultan de la colisión de dos partículas atómicas: el electrón y el positrón.

Los RAYOS ULTRAVIOLETA, que causan efectos diversos en los organismos biológicos, se producen generalmente por medio de un arco de mercurio encerrado en cuarzo, que proporciona longitudes de onda de 2,400 a 4,350 unidades Angstrom aproximadamente. Puede evitarse la mayor parte de las longitudes de onda menores de 3,000 unidades Angstrom por medio del vidrio ordinario. La intensidad de este tipo de radiación se expresa en ergs por centímetro cuadrado, y el equipo empleado para estudios biológicos sólo produce intensidades relativamente bajas.

Los rayos ultravioleta causan una excitación de las moléculas, pero no su ionización, y a veces esa excitación produce cambios químicos. La absorción de los rayos ultravioleta parece depender de la estructura molecular del material y de su color. Las longitudes de onda de 2,600 unidades Angstrom, aproximadamente, constituyen la longitud máxima de absorción para un grupo de ácidos que se encuentran a menudo en la vida biológica.

Los rayos ultravioleta no penetran muy profundamente debido a su gran absorción y a cierta cantidad de reflexión.

G. F. MacLeod, de la Universidad de Cornell, encontró que los adultos del picudo de la judía no morían cuando se exponían durante 20 minutos a 30 centímetros de distancia de una lámpara de arco Cooper-Hewitt de 5 amperes, 100 volts y 60 ciclos, pero cuando sus huevos se expusieron durante 15 minutos la mayoría de ellos murieron.

J. G. Carlson y A. Hollaender, del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, encontraron que la proporción mitótica de la neuroblasia de los saltamontes de las hojas expuestos a los rayos ultravioleta de longitud de onda de 2,537

Angstroms se disminuía de 0.97 a 0.58 a medida que se aumentaba la intensidad de 750 a 24,000 ergs por centímetro. Encontraron también que no importaba el tiempo de exposición si el material recibía la misma cantidad total de radiación.

VARIAS FORMAS DE ENERGÍA RADIANTE pueden proyectarse con la intensidad suficiente para causar la ionización de las moléculas con las que chocan. Los rayos X, una de las formas más extensamente empleadas, se producen comúnmente haciendo que un haz de electrones de alta velocidad choque contra una placa de platino en un bulbo al vacío. Los rayos gama se asemejan a los rayos X pero tienen longitudes de onda más cortas y se producen regularmente por la desintegración del radium. Varias partículas atómicas pueden proyectarse contra los materiales a velocidades extremadamente altas causando su ionización. Esas partículas incluyen electrones, partículas alfa, deutrones (los núcleos del hidrógeno "pesado") y neutrones (que pueden obtenerse de los reactores atómicos). Las partículas atómicas pueden acelerarse a grandes velocidades en máquinas como el Betatrón y el Ciclotrón. Estas máquinas emplean imanes para hacer girar las partículas cargadas en órbitas espirales, mientras que las acelera el alto voltaje, pero los imanes no pueden desviar los rayos X, los neutrones ni los rayos gama. Hay varios modos de que las diversas formas de energía radiante causen ionización. Los rayos electromagnéticos (rayos X y rayos gama) producen ionización por el esparcimiento de Comptton o efecto fotoeléctrico, y son mucho menos eficientes que los electrones o partículas alfa, que utilizan una carga eléctrica para causar la ionización. El neutrón, que no tiene carga alguna, produce ionización en forma indirecta, dando una gran velocidad al núcleo mediante colisión inelástica o destrucción del mismo. A menudo se producen efectos secundarios cuando la ionización es intensa, tales como rayos X secundarios. El contador Geiger-Müller es uno de los aparatos que se emplean para determinar la ionización.

La diferencia principal en los efectos de los diversos tipos de radiaciones ionizantes radica en la densidad de los grupos de iones y en la profundidad de su penetración. Los rayos X y los rayos gama producen bajas densidades de iones pero penetran profundamente. Las longitudes de onda más cortas penetran más profundamente que las más largas y las partículas atómicas producen densidades de iones en relación con su masa o autoenergía y con su carga eléctrica. Las partículas alfa producen mayores densidades de iones que los pequeños electrones, pero la penetración es más profunda con partículas pequeñas. La penetración puede depender de la intensidad de la radiación electromagnética, de la velocidad y carga eléctrica de las partículas atómicas y de la densidad del material contra el que chocan. Mientras mayor es la penetración, menos denso es el grupo de iones, pero la densidad de la ionización puede no ser necesariamente uniforme en el trayecto de la radiación ionizante. En el caso de los electrones, la ionización máxima ocurre aproximadamente a un tercio de la profundidad de penetración, y cuando la velocidad de las partículas atómicas aumenta en forma suficiente, aumenta también su masa, lo que está de acuerdo con la teoría de Einstein de que masa y energía son idénticas.

La unidad de energía empleada en física nuclear es el electrón volt, que se define como igual a la energía cinética que adquiere una partícula que contiene un electrón al caer libremente a través de una baja de potencial de un volt. A menudo conviene emplear una unidad un millón de veces mayor o millón de electrón volts (mev).

Un mev = 3.83×10^{-14} de caloría/gramo = 1.07×10^{-3} de unidad de masa = 1.60×10^{-6} ergs = 4.45×10^{-20} kilowatt-hora.

La mayoría de los aparatos que se emplean para acelerar partículas o producir rayos X se clasifican de acuerdo con su potencial en volts.

La unidad que se emplea para expresar la energía absorbida en radiación ionizante es el efr (equivalente físico Roentgen), que reemplaza a la unidad Roentgen (r) que se ha empleado extensamente en trabajos con rayos X y que primordialmente es una unidad de energía de fotones diseminada en un material arbitrario, el aire, en donde un r equivale aproximadamente a 83 ergs/gramo. Ambas son un tanto semejantes, pero la unidad Roentgen puede variar hasta cierto punto en su absorción por los tejidos, de acuerdo con su tipo y la cantidad de energía radiada. Un efr es igual a 83/100 ergs/gramo de tejido.

Una dosis de 100,000 efrs corresponde a una elevación de la temperatura del agua de 0.2° C. Los efectos de temperatura causados por la radiación ionizante en el material absorbente son mínimos.

Desde 1900 se han efectuado muchos experimentos sobre los efectos químicos y biológicos de la radiación ionizante, pero todavía no puede explicarse la naturaleza exacta de lo que acontece. Esos experimentos indican que las dosis de radiación requeridas para producir cambios apreciables en tubos de prueba exceden a menudo en forma considerable de las que se requieren para causar profundos cambios biológicos en organismos vivientes.

Según F. G. Spear, del Laboratorio Británico de Investigaciones Raras, se ha considerado generalmente la ionización y no la excitación como el eslabón entre la absorción de energía y la reacción biológica, ya que en la célula existe cierta cantidad especialmente sensible en la cual la ionización es biológicamente efectiva y cualquier ionización que ocurra fuera de esa cantidad sensible no tiene efecto alguno. Esto se conoce con el nombre de teoría de blanco o de "impacto de cantidad". Las diferencias en sensibilidad a la radiación se explican por la distribución al azar en el volumen vital de la célula.

La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas ha investigado uno de los métodos para producir radiaciones ionizantes. Ese método emplea los rayos catódicos con tiempos de exposición ultracortos para tratar alimentos y otros artículos. Los inventores aseguran que el empleo de electrones acelerados a tiempos de exposición ultracortos destruye organismos biológicos con un mínimo de efectos secundarios perjudiciales para el material, lo que se explica porque es necesario cierto elemento de tiempo para un cambio químico pero no para un cambio biológico.

Puede utilizarse toda clase de radiaciones ionizantes con fines de esterilización y conservación, bajo condiciones adecuadas. El argumento en favor de los electrones es que los rayos X y los rayos gama no se pueden utilizar con fines prácticos. La intensidad biológica de penetración de electrones es aproximadamente de 500,000 a 1 millón de veces mayor que el que se obtiene con rayos X. Las partículas de neutrones que se obtienen fácilmente de un reactor atómico producen grandes cantidades de ionización concentrada que conducen a cantidades de reacciones secundarias mayores de las que podrían tolerarse. El electrón acelerado mediante tensiones hasta de 10 millones de volts no causaría efectos secundarios radiactivos en los materiales irradiados, pero sucede lo contrario con los neutrones.

Según R. D. Evans, un físico del Instituto Tecnológico de Massachusetts, cuando los electrones de baja energía atraviesan la materia producen un esparcimiento elástico causado por los electrones o núcleos atómicos. Los electrones de energía intermedia causan ionización por colisión inelástica con los electrones atómicos. Los electrones de alta energía (más de 1.5 millones de electrón volts), producen colisiones inelásticas con los núcleos atómicos, y el campo de Coulomb los desvía, produciéndose radiaciones X con la ionización. La proporción de pérdidas por ionización y radiación depende del tipo de material.

La máquina de rayos catódicos que se investigó tenía una capacidad de 3

millones de volts. Los electrones se escapaban de un bulbo diseñado especialmente a través de un dispositivo de ventana de aluminio sumamente delgado como de 15 centímetros de diámetro. Por medio de interruptor de chispa se producían descargas aproximadas de un millonésimo de segundo, ocurriendo esas descargas casi cada segundo. El aire esparcía ligeramente los rayos a su salida de la ventana, así que a una distancia de un pie de ésta los rayos cubrían una área aproximada de un pie cuadrado.

La gama de penetración de electrones depende del voltaje de aceleración y de la densidad del blanco. Los electrones de 3 millones de mev alcanzan una velocidad aproximada del 90% de la velocidad de la luz y penetran en el agua a una profundidad aproximada de 15 milímetros, con la máxima intensidad de ionización a una profundidad aproximada de 4 milímetros, debilitándose después rápidamente.

Se han tratado algunos alimentos con esta máquina. A menudo el color rojo de la carne cambiaba a morado oscuro al tratarse a la temperatura ambiente y ocurría una marcada decoloración en productos tales como fresas y zanahorias. Se eliminaban esos cambios de color cuando los alimentos se irradiaban a temperaturas menores de —40° C. Los experimentos han indicado también que pueden eliminarse los efectos secundarios indeseables evacuando el aire alrededor del objeto. Las legumbres irradiadas con altas dosis de electrones mostraron una destrucción parcial de las paredes de las células con el consiguiente escurrimiento del contenido de las mismas.

Se expusieron algunas muestras de madera conteniendo larvas de escarabajos de la madera de 3 a 7 meses de edad a uno y dos impulsos a distancia de 10 pulgadas de la ventana y se obtuvo una mortalidad de 100%. Se computó esta dosis como de 145,000 y 290,000 efr.

Se expusieron larvas del escarabajo de la harina en una capa de harina de 8 milímetros de grueso a un impulso por lado, muriendo todas ellas. La dosis se computó como de 310,000 efr.

Los tratamientos similares produjeron la mortalidad total de los siguientes insectos: cápsulas de huevos de cucaracha norteamericana a dosis de 350,000 efs; huevos del mosquito de la fiebre amarilla a dosis de 600,000 y 900,000 efr; larvas del escarabajo negro de alfombra en 6 milímetros de alimento para perros con una dosis de 310,000 efr y adultos y larvas del picudo de la judía en una capa de haba con dosis de 460,000 efr.

Las larvas de falena enterradas a varias profundidades en manzanas murieron cuando se encontraban a una profundidad de 6 milímetros con una dosis de 70,000 efr y a una profundidad de 8 milímetros con una dosis de 140,000 efr. La muerte de las larvas de falena se prolongó más de 16 días a dosis mínimas, mientras que con dosis adecuadas la muerte ocurrió varias horas después del tratamiento.

Se expusieron larvas del gusano cilíndrico de la patata a profundidades hasta de un centímetro en patatas enteras a dosis de 350,000 efr, ocurriendo una mortalidad de 100% en larvas de 5 días de edad, de 95% en larvas de 3 días y de 83% en larvas de 2 días, creyéndose que esas diferencias pueden atribuirse a variaciones en la profundidad de las larvas dentro de la papa. Las larvas de 5 días se encontraron a una profundidad de 4 a 9 milímetros, en la que ocurría la intensidad máxima de radiación. Las larvas tiernas se encontraron a menos de 4 milímetros de la superficie de la papa.

A MENUDO ES NECESARIO en trabajos experimentales localizar el insecto o el insecticida, lo que puede hacerse utilizando ciertos materiales radiactivos tales como el fosfato de trifenil y tomando lecturas con un contador Geiger-Müller.

El contador puede usarse no sólo para localizar, sino también para determinar la cantidad de insecticida en una área determinada.

Se han hecho experimentos con energía radiante para descubrir la presencia de insectos en los materiales. Cuando se proyectan rayos X a través de materiales que contienen insectos, la presencia de éstos puede quedar visible en una película bajo ciertas condiciones.

Algunos informes han indicado que los materiales expuestos a la "luz negra", las longitudes de onda más cortas del ultravioleta, pueden causar fluorescencia cuando se proyecta la luz en los insectos, haciendo posible descubrir su presencia.

Se han esterilizado los machos de la mosca del gusano espiral por medio de rayos X soltándolos luego, esperándose que si este procedimiento se emplea en gran escala podrían disminuirse grandemente sus poblaciones.

Se ha dado una gran publicidad a muchos dispositivos que se supone que emplean energía radiante para la represión de insectos. Probablemente algunos de ellos se construyeron para dar resultados satisfactorios, pero sus inventores no estaban familiarizados con las posibilidades de la energía radiante. Otros no tienen más objeto que engañar al público y se han investigado algunos de ellos. Se suponía que alguna máquina de dudosa efectividad proyectaba varios insecticidas por medio de ondas de radio. Otra máquina pretendía matar los insectos en la fruta mediante impulsos cortos de corriente eléctrica de alto voltaje. El tiempo de calentamiento era insuficiente y hacía que el método no diera resultado y la producción de arcos por las cargas eléctricas dañaba a veces la fruta.

En conclusión, la utilización de la energía radiante en la represión de insectos está todavía en la etapa experimental y probablemente seguirá en ella por largo tiempo.

Las ondas sonoras no penetran a la mayoría de los materiales que protegen a los insectos. Las ondas de alta frecuencia son de difícil propagación en el aire y las ondas de baja frecuencia no se pueden producir con la eficiencia necesaria para matar insectos. Las ondas de alta intensidad destruyen el insecto, pero dañan también la mayoría de los materiales que los rodean. Las ondas de radio matan insectos por medio del calor y penetran con facilidad en los materiales dieléctricos, pero su costo de operación comparado con el de otros métodos tales como el calor producido por el vapor hace impracticable su uso en la actualidad.

La destrucción de insectos por el calor producido por las ondas infrarrojas queda restringida no sólo por su costo de operación, sino por las bajas características de penetración de esa longitud de onda.

Los rayos ultravioleta químicamente activos tienen tan escasas cualidades de penetración que su empleo contra la mayoría de los insectos probablemente es impracticable.

La radiación ionizante empleada hasta ahora es o muy poco eficiente, como los rayos X o los rayos gama, o no tiene la suficiente penetración sin que dañe los artículos o materiales en los que viven los insectos. Probablemente la aplicación más prometedora de la radiación ionizante en el futuro tendrá por objeto producir electrones más penetrantes o radiación X más eficiente. En cualquier caso debe tenerse en cuenta el alto costo inicial del equipo necesario.

El éxito de las aplicaciones de energía radiante depende en tal forma del conocimiento de los hechos fundamentales de la vida y la materia, que ambos deben progresar conjuntamente. Sin embargo, los trabajos efectuados en relación con los insectos han descubierto posibles métodos de represión, y con los trabajos correlativos sobre mutación han incrementado nuestros conocimientos sobre la vida misma. Es de esperarse que el desarrollo acelerado del equipo de

energía radiante en años recientes despertará un interés creciente para aplicarla al estudio de los problemas de los insectos.

ALFRED H. YEOMANS, *tecnólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, está encargado de la investigación y desarrollo del equipo empleado para la represión de insectos. Algunos de sus estudios se refieren a principios fundamentales, como el efecto del tamaño de las partículas que deben tenerse en cuenta para el diseño de equipo. Es nativo del Estado de California y se graduó en la Universidad del Estado de Ohio.*

El tiempo y el clima

Harlow B. Mills

DENTRO DE LÍMITES muy amplios, el clima regula la distribución general de los insectos. El tiempo afecta el número de insectos dentro de sus áreas de distribución y la fluctuación de sus cantidades dentro de los márgenes de esas áreas.

El tiempo es una fotografía instantánea de las condiciones atmosféricas en cualquier momento: vientos, temperatura, presión de aire, precipitación y humedad. El clima es un cuadro compuesto de esas mismas condiciones durante mayores períodos de tiempo. Cuando consideramos el tiempo en relación con los insectos, generalmente estamos considerando los efectos de los extremos de una atmósfera variable. Cuando pensamos en el clima, pensamos primordialmente en condiciones normales.

Como tiempo y clima son expresiones de los mismos fenómenos que sólo se distinguen por el período en que ocurren, a menudo es difícil distribuir arbitrariamente sus efectos entre las poblaciones de insectos.

Éstos quedan limitados en espacio y en número por muchos factores, algunos de los cuales no se asocian directamente al tiempo o al clima. Un insecto parásito puede quedar limitado por la ausencia de su huésped animal, o una especie que ataca las plantas puede no ocurrir en cualquier área debido a la ausencia o escasez de la planta de que depende, pero en general un insecto queda tan completamente influenciado por factores atmosféricos, que éstos deben considerarse como de gran importancia para regular su ocurrencia y abundancia.

Algunos de los factores que intervienen en la formación del tiempo y del clima son obvios. Otros no son ni obvios ni fáciles de calcular, y posiblemente otros más sean imposibles de apreciar o no se hayan descubierto todavía. A menudo esos factores producen combinaciones intrincadas que afectan a los seres vivientes. Sin embargo, algunos factores son tan conspicuos que pueden aislarse para demostrar que una causa producirá cierto efecto determinado. Por ejemplo, en una área dada, las lluvias prolongadas de primavera pueden ocasionar muchos centros de reproducción y, por consiguiente, mayor cantidad de mosquitos que una primavera seca en la que faltan esos centros de reproducción. Las fuertes y abundantes lluvias de principios del verano pueden ser el único factor que pudiera impedir la amenaza de un brote de pulgones al destruir las pequeñas crisálidas. Las altas temperaturas prolongadas pueden permitir un aumento de las moscas domésticas.

Las bajas temperaturas desacostumbradas en el verano pueden reducir grandemente las poblaciones de un insecto. Esto ocurrió en 1950 cuando las bajas y

prolongadas temperaturas en el norte de Illinois redujeron la segunda generación de los picudos europeos del maíz, permitiendo que sólo un 10% de los picudos de la primera generación se convirtieran en crisálidas y salieran en forma de mariposas que podían poner huevos, en lugar del 50% u 80% que comúnmente producen los picudos de la segunda generación. En esa forma, y debido a un verano anormalmente frío en aquella área en el año de 1950, no fue de importancia la segunda generación de los picudos y, en consecuencia tampoco los daños causados por esa segunda generación fueron graves.

A menudo los efectos del tiempo en los insectos actúan durante un período corto, pudiendo pasar desapercibido el período crítico en el campo y quedar completamente escondido en las estadísticas de tiempo publicadas. En un día o en unos cuantos días los factores de tiempo pueden disminuir una población de insectos capaces de devastar una cosecha, restándoles toda importancia económica. A menudo los investigadores han pasado por alto este factor de oportunidad, aunque tratándose de insectos como los pulgones y los saltamontes puede ser de gran importancia.

Como los efectos de la temperatura en los insectos pueden regularse más fácilmente en el laboratorio pero se aprecian mejor en el campo, se han estudiado en forma más intensa que otros factores climatológicos más obvios. Como los insectos son de "sangre fría" reaccionan directamente a los cambios de temperatura, tan directamente que las temperaturas pueden apreciarse con bastante exactitud mediante ciertas actividades de los insectos. Por ejemplo, diversos sonidos producidos por los insectos pueden traducirse directamente y con escaso error en lecturas de temperatura empleando ciertas fórmulas. El grillo nevado de los árboles emite chirridos trémulos y muy agudos, separados uno de otro por pausas de duración aproximadamente igual. Si se cuentan esos chirridos durante un minuto, se puede determinar la temperatura en grados Fahrenheit, añadiendo 40 a la cuarta parte del número de chirridos por minuto. Así, si se escucharon 120 chirridos durante un minuto, la temperatura sería 40 más una cuarta parte de 120, o sea 70° F.

Los insectos pueden estar activos dentro de una amplia gama de temperaturas. S. W. Frost, en su obra *Entomología general,* señaló que ciertas moscas de ejército pueden vivir en manantiales termales en los que la temperatura llega a 122°. J. H. Pepper y yo informamos en los *Anales de la Sociedad Entomológica de América* que la oruga alpina de las rocas descansaba a temperaturas aproximadas de 38° cuando puede escoger.

Estos casos extremos son pruebas de la versatilidad de los insectos, pero la mayoría de las especies permanecen activas a temperaturas intermedias, afectándolas de un día a otro y de un año a otro los efectos de cambios de temperatura más comunes y esperados. Los veranos prolongados y calientes permiten que el mosquito doméstico del Sur se transporte a grandes distancias hacia el Norte, y las situaciones inversas lo empujan nuevamente hacia el Sur, expresión directa de los efectos de la temperatura en la distribución de una plaga.

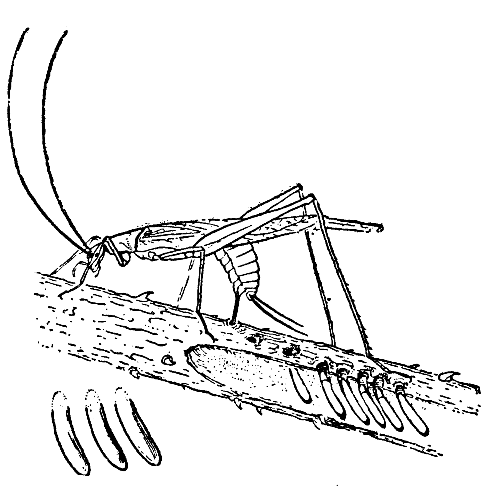
La mayoría de las larvas que sobreviven al invierno de la mariposa de cola café mueren a temperaturas cercanas a —25°, y esas temperaturas mínimas levantan un muro de frío que evitan su dispersión hacia el Norte. En forma semejante la isoterma mínima anual normal de —15° demarca aproximadamente el límite Norte de la escama de San José.

Los insectos de distribución tropical rara vez pueden soportar temperaturas cercanas al punto de congelación. Los que viven en zonas frías generalmente pueden subsistir en condiciones de invierno sólo en una etapa, siendo las demás susceptibles a la destrucción a bajas temperaturas, por lo que sólo los adultos de los pulgones, las larvas de la mariposa de cola café, los huevos de la falena

gitana y las crisálidas del gusano de cuerno del tomate pueden sobrevivir al invierno.

R. L. Shotwell, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, que ha estudiado el desarrollo de diversas especies de saltamontes de las Grandes Llanuras, ha demostrado la relación que existe entre la temperatura, la proporción de crecimiento y la distribución de los insectos.

El saltamontes de alas transparentes se desarrolló mucho más rápidamente que los demás que estudió, lo que puede explicar el que sea una plaga importante en regiones muy altas y en latitudes del Norte donde la estación de crecimiento es muy corta. Las tremendas infestaciones de esta especie que han ocurrido en altas áreas montañosas como el valle del Centenario de Montana, ilustran este punto. El saltamontes migratorio pequeño se desarrolla también rápidamente y, por tanto, puede adaptarse posiblemente a estaciones de crecimiento cortas. Habita en las regiones del Norte y a grandes alturas, pero se encuentra también en regiones más bajas del Sur, en donde a veces produce dos generaciones por estación.



La hembra del grillo nevado de los árboles insertando sus huevos en una rama de frambuesa.

El saltamontes de dos rayas *(Melanoplus bivittatus)* y el saltamontes diferencial *(M. differentialis)* demuestran otra importante relación de temperatura. Las dos especies están estrechamente relacionadas en su morfología y costumbres. Ambas habitan la misma área, pero el saltamontes de dos rayas se extiende más al Norte y al Oeste que la segunda especie en la región de las Grandes Llanuras y de las Montañas Rocallosas. Shotwell encontró que una muestra de huevos del saltamontes de dos rayas incubaba aproximadamente en 8.6 días a 77°, mientras que otra muestra de huevos de saltamontes diferencial incubaba en 22.5 días a la misma temperatura, ocurriendo una diferencia semejante a temperaturas de incubación tanto arriba como abajo de 77°. Descubrió también que cuando se criaban crisálidas el período de desarrollo de las mismas a 77° era normalmente de 39.2 días en el saltamontes de dos rayas y de 50.6 días en el diferencial.

Basándose en lo anterior, Shotwell llega a la siguiente conclusión: "No sólo los huevos, sino también las crisálidas del *M. bivittatus* se desarrollan más rápidamente a todas las temperaturas que los del *M. differentialis*... Una incubación más temprana y el desarrollo más rápido de las crisálidas hace que ocurran grandes brotes del *M. bivittatus* en latitudes más al Norte que en aquellas en que el *M. differentialis* puede causar daños."

¿Cuál es el significado de estas observaciones?

A mediados de 1930 una sucesión de veranos excepcionalmente calientes aumentó considerablemente el área en que el saltamontes diferencial podía desarrollarse. Aprovechándose de las circunstancias, esa especie apareció tanto al Norte como al Oeste de su radio de acción previo, sin que perduraran muchos de esos incrementos en extensión, pero ha continuado una invasión de las regiones bajas del río Colorado en cantidades perjudiciales. En su mayoría las poblaciones se limitan a los fondos del río que se encuentran más protegidos

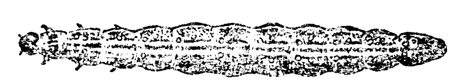
y progresan menos en las tierras altas que quedan expuestas. Esto puede no ser efecto de temperatura, pero en cualquier forma se ha demostrado que esas dos especies tienen una distribución que queda limitada en ciertas direcciones por las temperaturas existentes.

Las observaciones de Shotwell demuestran los efectos de la temperatura para regular la distribución de los insectos. En el área normal de ocurrencia la temperatura afecta a menudo los números de especies, aumentando la cantidad de generaciones en una estación así como el número de individuos en cada generación. Esto ha quedado bien demostrado en los estudios sobre el picudo del algodón efectuados por Dwight Isley, de la Estación Agrícola Experimental de Arkansas. Descubrió que cuando la temperatura se elevaba de 69.8° a 87.8° F. se disminuía a la mitad del tiempo requerido para el desarrollo de huevo a adulto. Además, una elevación de temperatura de 37° a 84° puede producir un aumento aproximado de 70% en el número de huevos que se pongan, y una disminución de 77° a 71.6° puede ocasionar recíprocamente una reducción aproximada de 50%.

La precipitación pluvial en primavera, verano y otoño afecta directamente la abundancia de la mosca cecidomia. James W. McCulloch, de la Estación Agrícola Experimental de Kansas, pudo comprobar lo anterior en cuatro brotes de esa plaga en Kansas: "Tres casos... ocurrieron en años de abundantes lluvias —dice—. Durante el brote de 1903 hubo una superabundancia de lluvias en los meses de primavera en la época en que ocurrieron mayores daños. La declinación de cada brote fue acompañada de una disminución en la precipitación, que generalmente fue mucho menor de lo normal."

La cantidad y distribución de las lluvias afectan la abundancia y número de progenies de las plagas en el año. En cierto año la precipitación fue normal desde abril hasta junio y ocurrieron dos grandes progenies en primavera. En julio las lluvias fueron escasas y cesaron las actividades de la mosca, reanudándose de nuevo con el aumento de lluvias en agosto y septiembre. Ocurrió una progenie principal en otoño y otra progenie adicional también en otoño inmediatamente antes de que entrara el tiempo frío. Al siguiente año hubo lluvias abundantes desde abril hasta septiembre y ocurrió una extensa progenie a mediados del verano entre la segunda de primavera y la principal de otoño. Siguió después un período de poca precipitación en julio, desapareciendo la progenie de mediados de verano y habiendo poca actividad en julio y agosto.

H. H. Ross, de la Inspección de Historia Natural de Illinois, observó el efecto de la disminución en las lluvias en las poblaciones de la mosca tentredo o de sierra. Desde 1928 hasta la primavera de 1930 ocurrieron muchas especies de esas moscas en grandes cantidades en el centro de Illinois, de las que hizo grandes colecciones en dos localidades, en una pradera a lo largo del derecho de vía del ferrocarril al oeste de Seymour y la otra en un terreno boscoso inundado y la ladera de una colina a lo largo del arroyo Salt Fork al sur de Oakwood. En la primera encontró muchas especies de la mosca tentredo, género *Dolerus,* e hizo recolecciones diarias desde principios de abril hasta fines de junio de 50 a 500 ejemplares. En Oakwood predominaban las especies de *Tenthredo* y *Macrophya.* En mayo, junio y principios de julio de 1930 prevalecieron condiciones de excesiva sequía a través del Medio Oeste y casi no hubo lluvias de primavera, marchitándose y muriendo muchas plantas y haciéndose muy escasos los insectos. Las moscas de sierra desaparecieron completamente en las cercanías de Seymour y Oakwood y no se pudo obtener



Gusano membranoso de la remolacha.

un solo ejemplar en las cercanías hasta 1934, cuando se encontró uno de *Dolerus*. Desde entonces ha habido un aumento gradual de moscas de sierra en ambas localidades, aunque nunca con la abundancia en que ocurrieron en 1928 y 1929. Todas las especies que se registraron en 1928 se han vuelto a establecer de nuevo en las cercanías de Seymour. Por otra parte, cerca de Oakwood, cinco de las especies comunes registradas en 1928 no han vuelto a aparecer, siendo interesante hacer notar que las especies de Seymour ocurrían todas en el límite sur del área de esa especie o cerca de él, y la mayoría de las especies de Oakwood se encontraron en el límite oeste de su área. Otros registros norteamericanos de las especies de Oakwood indican que esa área puede haber constituido una pequeña "isla" en la periferia de la misma, y si así fuere, la sequía de 1930 puede haber causado una restricción permanente hacia el Este en la extensión de las especies afectadas. Por tanto, los extremos de las condiciones de tiempo durante las semanas de sequía de 1930 afectaron profundamente la distribución y abundancia de las moscas de sierra durante varios años.

A MENUDO, LA TEMPERATURA Y LA HUMEDAD actúan conjuntamente para limitar las cantidades o distribución de los insectos. Por ejemplo, las altas temperaturas y humedades alientan la propagación de una enfermedad de hongos que ataca muchas especies de saltamontes, y ciertas enfermedades pueden diezmar poblaciones enteras, excluyendo casi totalmente otros factores limitativos.

J. H. Pepper, de la Estación Agrícola Experimental de Montana, da un ejemplo de la probable relación de la temperatura y precipitación con la distribución y abundancia de un insecto en el caso del gusano membranoso de la remolacha. Esta plaga es una especie intramontana y de las Grandes Llanuras y se alimenta por lo menos de 86 especies de plantas que pertenecen a 33 familias. Muchas de las plantas huéspedes crecen más allá de los límites de distribución del insecto, no constituyendo aparentemente ningún factor limitativo las plantas alimenticias, pero cuando se compara la distribución del gusano membranoso en relación con la temperatura y la precipitación pluvial se pueden hacer ciertas correlaciones que son demasiado precisas para que sean simples coincidencias.

La distribución oriental del gusano membranoso de la remolacha sigue muy de cerca la línea isohiética de 25 pulgadas (una línea isohiética comunica puntos de precipitación similar, al igual que una línea isoterma comunica puntos de igual temperatura). Algo inherente en la fisiología de las plagas no les permite que invadan indefinidamente una área con precipitación mayor de 25 pulgadas anuales aproximadamente. En la misma forma, el límite occidental de distribución es correlativo de una precipitación anual de un poco más de 10 pulgadas, aunque esto no es tan preciso como en el límite oriental.

Hacia el Sur, la distribución del gusano membranoso de la remolacha parece relacionarse con un promedio de temperatura anual aproximadamente de 55°, no extendiéndose el insecto más allá de la parte sur de Kansas, y la parte norte de Oklahoma y Nuevo México, áreas que atraviesa la isoterma anual de 55°.

Se desconocen los mecanismos fisiológicos que impiden que el gusano membranoso de la remolacha se mueva fuera de su área hacia Oriente y Occidente, pero la barrera hacia el Sur parece relacionarse probablemente con la escasez de tierra helada en el invierno, porque los estudios de laboratorio han demostrado que el método natural y común de interrumpir la etapa de reposo de las larvas e inducirlas a la de crisálidas es el someterlas a temperaturas de congelación.

Parecen haber quedado establecidas las barreras del Este, el Oeste y del Sur, pero según Pepper "su límite norte se extiende hasta donde se ha poblado el país sin que posiblemente se haya alcanzado su límite en esa dirección".

Aparentemente el clima parece haber establecido los límites de extensión, pero el tiempo puede afectar las poblaciones dentro del área de distribución

normal, porque los datos obtenidos muestran generalmente que las condiciones más favorables para el desarrollo requieren comúnmente una precipitación pluvial de 1 a 2.5 pulgadas por mes desde abril hasta septiembre.

Cualquiera que haya sufrido los ataques de los mosquitos de marisma llevados tierra adentro por los vientos desde las marismas donde nacen, se ha dado cuenta de su potencia de vuelo y de la facilidad con que los arrastran los vientos, dos factores que explican su gran alcance.

La dirección de distribución de la mosca cecidomia es la de los vientos que prevalecen durante el período en que salen los adultos. La escama de San José se propaga más rápidamente en dirección de los vientos prevalecientes que contra ellos. El viento transporta las crisálidas como otras tantas partículas de polvo.

Las corrientes de aire, tanto laterales como verticales, forman tanta parte del tiempo y del clima como la precipitación y la temperatura, y sus efectos en los insectos varían desde la interrupción de sus períodos de reposo, como ocurre con algunas mariposas, a su transportación sobre la faz de la Tierra. Muchas personas han estudiado el aire como diseminador de insectos, y las observaciones de P. A. Glick fueron las primeras que exploraron extensamente la atmósfera como medio de distribución.

Glick, un entomólogo del Departamento de Agricultura, diseñó trampas especiales, que instaló entre las alas de un biplano, e hizo 1,314 vuelos en Tallulah, Louisiana, y 44 en Tlahualilo, Durango, México. En sus expediciones de recolección, que dieron un total de 1,007 horas, recolectó 30,033 ejemplares de insectos y arácnidos a alturas de 20 hasta 15,000 pies. Se obtuvo el mayor número de ejemplares en mayo en un intervalo de diez minutos, y los menores en diciembre y enero. Capturó 18 diferentes órdenes de insectos, arañas y ácaros, y entre ellos se encontraban 24 especies y cuatro géneros recolectados por primera vez, que resultaron desconocidos para la ciencia. En su colección las moscas eran casi tres veces más abundantes que cualquier otro orden. Se capturaron insectos a alturas hasta de 14,000 pies y una araña se encontró a 15,000.

La distribución vertical en términos de cantidades promedias de insectos en cada intervalo de 10 minutos de recolección fue la siguiente:

Altura en pies	*Recolección diurna*	*Recolección nocturna*
200	13.3	.....
500	.....	15.31
1,000	4.70	5.73
2,000	2.41	2.52
3,000	1.35	1.11
5,000	.64	.89

Esas cifras indican que a alturas mayores de 1,000 pies la fauna atmosférica está relativamente estática, pero que a menos de 1,000 pies el número de insectos en el aire aumenta por las noches.

Por lo que hace a si los insectos a mayores alturas estaban vivos al ser capturados o si la desecación o las bajas temperaturas los habían matado, Glick escribió lo siguiente: "Hay muchas pruebas que confirman la conclusión de que muchos de los insectos capturados a grandes alturas estaban vivos cuando se recolectaron. Muchos ejemplares estaban vivos al removerlos de las jaulas, y entre los más interesantes se encontraban un mosquito *Aedes vexans,* una cigarra *Graphocephala versuta,* capturados vivos a 5,000 pies; una cochinilla *Coleomegilla floridana,* a 6,000; un áfido, a 7,000, y una pequeña larva derméstida, especie de *Trogoderma,* capturada a 9,000 pies."

Al correlacionar los ejemplares capturados con las condiciones meteorológicas encontró que se obtuvo la mayoría de los insectos cuando las temperaturas en la

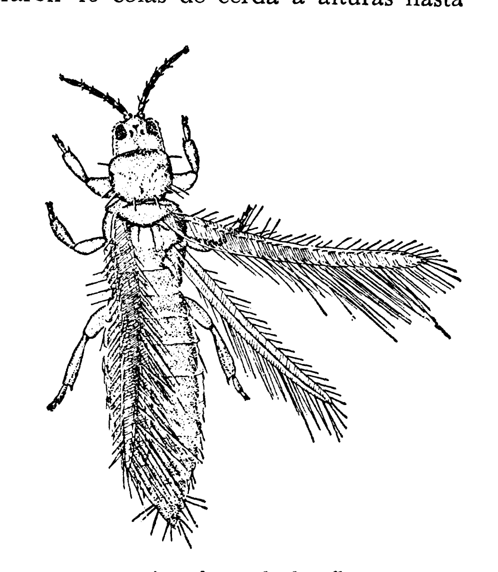
superficie variaban de 75° a 79° F., el punto de rocío en la superficie era de 60° a 64° y las presiones barométricas fluctuaban entre 29.85 y 29.89 pulgadas. La mayoría de los ejemplares se tomaron a poca altura, cuando la velocidad del viento en la superficie era de 5 ó 6 millas por hora, obteniéndose muy pocos durante las calmas. Como era de esperarse, la convección y la turbulencia son de importancia en las poblaciones de la atmósfera.

"A una altura de 200 pies, se capturaron más insectos cuando el aire estaba tranquilo —escribió—. A 1,000 pies y hasta 5,000 de altura se capturaron más insectos cuando el aire estaba agitado o ligeramente agitado, y a medida que el aire se agitaba más se encontraban mayores cantidades de insectos en forma proporcional a las mayores alturas."

Glick hizo sus vastas colecciones a menos de 5,000 pies a la salida y a la puesta del sol, obteniendo más ejemplares en las noches con luna que en las oscuras.

Capturó una mariposa rosada del algodón a 3,000 pies, un saltamontes de patas rojas a 1,000, el piojo de los libros a 1,000, termitas *(Reticulitermes virginicus)* a 3,000, succionadores de las flores a 10,000, pulgones a 3,000, saltamontes del algodón a 2,000, saltamontes del trébol a 10,000, áfidos del algodón a 13,000, escarabajos rojos de la harina a 3,000, escarabajos de lunares del pepino a 3,000, escarabajos rayados del pepino a 11,000, gusanos de enjambre de otoño a 2,000, abejas a 1,000, un zancudo *(Helobia hybrida)* a 11,000, el mosquito común de la malaria a 1,000 pies, la mosca de establo a 3,000 y un mosquito pequeño *(Hippelates texanus)* a 11,000 pies.

Más asombroso que la variedad de insectos encontrados en el aire, de los cuales sólo he dado una breve lista, es que se capturaron algunas especies que carecen por completo de alas. Se capturaron 40 colas de cerda a alturas hasta de 8,000 pies, 26 brincadores a alturas hasta de 11,000, una pulga a 2,000, así como hormigas obreras y etapas no maduras de media docena de órdenes diferentes a varias alturas.



Succionadores de las flores.

Tenemos una relación más específica de viento, temperatura y movimientos de insectos. El 1º de julio de 1938, cuando se esperaban las mejores cosechas de la década en el este de Montana, ocurrió una dramática invasión de pequeños saltamontes migratorios. Los insectos, que se originaron aparentemente más o menos en el centro de los linderos entre las Dakotas, volaron a Montana hacia el Noroeste y llegaron a la frontera con Saskatchewan el 17 de julio, causando grandes daños en las cosechas.

La dirección general de movimiento fue de Sureste a Noroeste, y aunque los insectos tenían una "psicología de vuelo", rara vez se movían en gran número hasta que la temperatura se aproximaba a 80° F. J. A. Munro y Stanley Saugstad, de la Estación Agrícola Experimental de North Dakota, notaron en relación con los vuelos que "como los vientos del Sur y del Sureste eran más calientes que los que soplaban de otras direcciones, eran más efectivos para promover vuelos sostenidos en los insectos". Pudieron comprobar en los 29 días

siguientes al 17 de julio, que prevalecieron vientos del Sur y del Sureste, que trajeron consigo temperaturas diarias promedias de 88.9°. Durante once días los vientos fueron del Norte y del Noroeste, y el promedio correspondiente de temperatura fue de 79°. Por tanto, hubo una diferencia de casi 10° en favor de los vientos del Sur, y las máximas diarias de temperatura correspondieron a la gama de temperaturas que ocasionaban vuelos, mientras que los vientos del Norte apenas llegaban a ese punto.

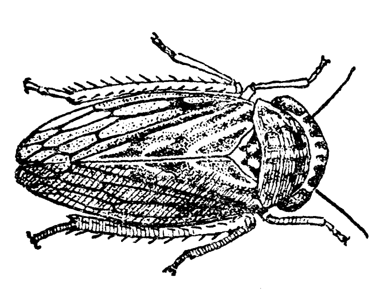
Probablemente la dirección de vuelo hacia el Noroeste quedó regulada en gran parte por los vientos más calientes que habrían ayudado a transportar los saltamontes en aquella dirección. M. B. Freeburg, de las Líneas Aéreas del Noroeste, informó que durante ese vuelo se encontraron saltamontes a 7,000 pies el 27 de julio y a 11,000 pies el 26 de julio, y que en otros años se habían encontrado hasta a 13,000 pies.

Es obvio que a temperaturas adecuadas el aire podría quedar lleno de saltamontes migratorios a grandes alturas sobre el suelo, dependiendo en gran parte la dirección de sus movimientos de los vientos que prevalecieran. Sin embargo, los vientos pueden no ser el único factor en la distribución direccional, ya que en algunos días en que hubo vientos del Norte, se vio que se levantaban algunos insectos y que trataban de volar directamente contra las corrientes de aire, sin lograrlo, en la misma dirección que habían seguido previamente.

Sabemos de gran número de casos de transportación de insectos a grandes distancias en cada estación a través del aire, lo que aparentemente es cosa normal en algunas plagas. El gusano de la mazorca de maíz generalmente es incapaz de soportar los vientos del Norte y pasa la estación fría en los Estados del Sur, de donde generalmente vienen las mariposas que producen las larvas que atacan al maíz y al tomate en el Norte.

El gusano de la hoja del algodón se transporta por aire a grandes distancias. Como es insecto tropical, inverna en su gran mayoría fuera de los Estados Unidos de Norteamérica, y a medida que avanza la estación se mueve más y más lejos hacia el Norte en generaciones sucesivas en el algodón. En otoño pueden aparecer los adultos en los Estados del Norte y aun en Canadá, mucho más allá de donde existen plantas huéspedes. El invierno destruye todas las etapas del insecto en el Norte y nuestro país se repuebla anualmente desde el Sur.

Las corrientes de aire causan muchos efectos indirectos en los insectos. Los vientos fuertes pueden ayudar a disminuir su número. El viento desaloja de las plantas huéspedes los huevos del gusano de la mazorca del maíz y del picudo europeo del maíz y los tira al suelo. El movimiento de los vientos afecta otros factores del tiempo, cambiando temperaturas, trayendo humedad, etc.



Saltamontes de la hoja de trébol.

Charles Macnamara, de Arnprior, Ontario, Canadá, ha dicho lo siguiente: "Aparentemente sólo la falta de clorofila y la consecuente incapacidad para asimilar materia mineral es lo único que detiene a los insectos para abrir agujeros en el Universo."

Los hábitos alimenticios de los insectos son tan variados como importantes, pero que lo comen, cuando lo comen, donde lo comen y en qué cantidad queda controlado en gran parte por el tiempo y el clima que los rodea.

Los insectos reaccionan tan rápidamente al medio meteorológico que debemos conocer sus efectos a fin de entender, extender o afinar su represión. Debe-

mos conocer los efectos directos de todos los factores del tiempo, así como los efectos indirectos que se producen en los huéspedes, parásitos y animales de presa.

Podemos considerar el clima de un área y ajustar ciertas prácticas de cultivo a las condiciones climatológicas que son de esperarse, a fin de disminuir las depredaciones de las plagas. Podemos medir el tiempo y dar aviso a corto plazo de lo que va a suceder, pero hasta que podamos hacer algo para controlarlo o podamos predecirlo con precisión a largo plazo, nuestras actividades se limitan a las que ya he citado en un esfuerzo para manejar la población de plagas empleando la ayuda de los diversos factores que constituyen el tiempo y el clima.

HARLOW B. MILLS *nació en Iowa y se graduó en el Colegio de ese mismo Estado y es el jefe de la Inspección de Historia Natural del Estado de Illinois. El doctor Mills ha hecho estudios sobre los insectos del algodón en Louisiana y Texas, sobre los de los cereales en Iowa y Montana y sobre los que afectan al ganado en Montana. Durante 10 años fue jefe del Departamento de Zoología y Entomología del Colegio del Estado de Montana.*

Las cosechas resistentes, solución ideal

C. M. Packard y John H. Martin

EL CULTIVO de variedades resistentes es la solución ideal para proteger las cosechas contra los daños de los insectos. Cuando existe una buena variedad resistente, el agricultor no tiene que cambiar sus prácticas recomendables de cultivo o desembolsar el costo de los insecticidas.

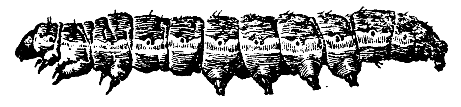
Durante muchos años los agricultores, entomólogos y agrónomos han estado buscando buenas variedades de cosechas resistentes a los insectos. Poco después de 1819 se hizo saber la resistencia a la mosca cecidomia de la variedad mediterránea de trigo cuando se introdujo a los Estados Unidos de Norteamérica y esa resistencia se ha conservado hasta la fecha. En años recientes se han hecho minuciosas investigaciones para encontrar variedades resistentes y el cultivo de características de resistencia en variedades deseables ha sido una fase importante en los programas de mejoría de las cosechas, línea de investigación que ha sido productiva y prometedora.

En 1941 Ralph O. Snelling dio a conocer los resultados de la resistencia a los insectos en casi 100 especies de plantas que incluían cosechas tan diversas como judías, col, maíz, trigo, alfalfa, frutas de rama, frutas de árbol y árboles selváticos. Dio también ejemplos de resistencia a más de 100 especies de plagas de las cosechas, incluyendo áfidos, escarabajos, picudos, orugas, moscas, saltamontes, saltamontes de las hojas, moscas de sierra, escamas y lombrices.

La palabra "resistencia" se emplea comúnmente para dar a entender la capacidad de una variedad para evitar, tolerar o recuperarse de los ataques de insectos en mayor grado que algunas otras variedades. La resistencia puede deberse a una o más características en una variedad o a características completamente diferentes en otras variedades de la misma cosecha. Puede variar desde una inmunidad práctica hasta una susceptibilidad moderada, y la expresión

de resistencia demostrada por cualquier planta o variedad puede modificarse por las condiciones del medio en que se cultiva.

El quedar libre de infestaciones o daños causados por los insectos puede deberse a características inherentes de una variedad, tales como la dureza o resistencia de sus tejidos, a la existencia de pelusa en las hojas y tallos o a falta de valor nutritivo para el insecto en sus tejidos o savia. Las larvas de la mosca cecidomia, por ejemplo, no pueden alcanzar su tamaño normal, o aun crecer, en ciertas variedades de trigo, aun cuando muchas de ellas queden en posición normal de alimentación bajo las vainas de las hojas. Las variedades de maíz que tienen mazorcas largas y apretadas sufren menos daños en ellas a causa del gusano de la mazorca que las variedades con mazorcas cortas y flojas. Los vellos del frijol soya lo hacen poco susceptible a los ataques de los saltamontes de las hojas. El picudo de granero destruye los granos de las variedades de trigo suave con más rapidez que los granos de trigo duro. Todos estos son ejemplos de lo que puede considerarse verdadera resistencia.



Gusano de la mazorca del maíz.

La capacidad de los maíces híbridos vigorosos para producir rendimientos satisfactorios aunque queden seriamente dañados por los picudos del maíz es un buen ejemplo de tolerancia a los insectos. Ciertas especies de maíz producen con facilidad raíces nuevas para reemplazar las cortadas por el gusano de la raíz del maíz. Algunas variedades de cañas de azúcar pueden hacer lo mismo después de ser atacadas por las larvas blancas. La capacidad de resistir los ataques de los insectos es un tipo de tolerancia más bien que una resistencia inherente. Sin embargo, es de gran valor para disminuir las pérdidas de las cosechas causadas por los insectos.

El que una variedad se vea exenta de infestaciones puede deberse simplemente al hecho de que se encuentre en una etapa de crecimiento poco atractiva para el insecto cuando éste pone sus huevos o se alimenta. Las variedades tempranas de algodón o las primeras cápsulas que se forman en la planta, por ejemplo, pueden escapar a las graves infestaciones de los picudos o de los gusanos rosados. El maíz plantado moderadamente tarde puede quedar mucho menos infestado por el picudo europeo del maíz que el que se planta muy temprano o muy tarde. La capacidad para escapar a las infestaciones de insectos puede ser tan importante como la resistencia misma.

Se obtienen variedades resistentes a los insectos mediante cuatro procedimientos generales:

1. Introducción de variedades procedentes de países extranjeros o de otras partes, que pueden proporcionar una fuente de mayor resistencia que la que existe localmente.
2. Selección de especies resistentes entre las variedades que ya existen.
3. Cruza de especies o variedades resistentes con aquellas que no lo son pero que poseen otras características deseables, seguida de una selección de las nuevas recombinaciones deseables.
4. El injerto de especies o variedades deseables pero susceptibles en los troncos de variedades resistentes.

La alfalfa Ladak que se introdujo del norte de la India resultó ser resistente al áfido del chícharo cuando se probó en los Estados Unidos de Norteamérica, un ejemplo de cómo puede obtenerse resistencia a ciertos insectos mediante la introducción de plantas, aunque se desconozca la resistencia de la variedad en su localidad de origen.

La variedad de trigo Kawvale es un ejemplo de selección como método de

obtener resistencia a los insectos. Se encontró que una selección de trigo Valley (Indiana Swamp) hecha por la Estación Agrícola Experimental de Kansas y el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica en 1918, era resistente a la mosca cecidomia. Se dio el nombre de Kawvale a esa selección y se distribuyó en 1932.

El cultivo de la variedad Rescue de trigo rojo de primavera en Canadá y su introducción a los Estados Unidos de Norteamérica, ilustra el empleo de cruzas, selecciones e introducciones para el desarrollo de variedades resistentes. Esta variedad es resistente a la mosca de sierra del tallo del trigo, una plaga de esta planta en el oeste de Canadá, Montana y North Dakota. El trigo Rescue se desarrolló después de muchos años de intensos cultivos efectuados por los investigadores canadienses. Se incrementó rápidamente un pequeño lote de semilla obtenida de ellos mediante los esfuerzos cooperativos de los agrónomos, entomólogos y cultivadores de este país, distribuyéndose luego a los agricultores. Una característica interesante fue la producción de una cosecha extra en Arizona durante el invierno, a tiempo de que la semilla quedara disponible para la siembra de primavera en Montana el mismo año. El trigo Rescue se cultiva extensamente en las áreas infestadas de Montana, aunque su susceptibilidad a ciertas formas de moho lo hacen menos adecuado en North Dakota.

La resistencia del trigo Rescue se atribuye en parte al hecho de que sus tallos están casi completamente llenos de medula. Las variedades susceptibles tienen tallos huecos que no impiden las actividades de las larvas de la mosca de sierra que se desarrollan dentro de ellos.

El injerto de variedades europeas de uvas en troncos de variedades norteamericanas es un ejemplo de cómo puede obtenerse resistencia a un insecto perjudicial mediante ese procedimiento. Un piojo de plantas llamado filoxera de la uva, natural del este de los Estados Unidos de Norteamérica, ataca las hojas y raíces de las parras. Las variedades de parras nativas del Este son casi inmunes a las formas del insecto que infestan las raíces, pero las variedades europeas mueren o son dañadas gravemente por éste. Después de que el insecto se introdujo accidentalmente en Francia hacia 1860, estuvo a punto de arruinar la importante industria vitivinícola de ese país, la que pudo escapar, sin embargo, injertando las parras europeas en troncos norteamericanos resistentes.

R. H. Painter, en su libro *Resistencia a los Insectos en Plantas de Cosecha,* menciona un tipo especial de resistencia, o resistencia inducida. Ésta se obtiene aplicando fertilizantes o sustancias químicas insecticidas a la tierra, que las plantas absorben a través de sus raíces. El concepto ordinario de resistencia no incluye este medio de disminuir las infestaciones de insectos, pero los efectos que produce son semejantes a los que resultan de la resistencia natural. Durante sus trabajos en Oklahoma, R. G. Dahms informó que las plantas de sorgo que se cultivaban en tierras pobres en nitrógeno y abundantes en fósforo o clorina, son menos favorables para la multiplicación de los pulgones que las que se cultivan en tierras abundantes en nitrógeno y deficientes en fósforo. Otros investigadores han efectuado estudios similares con diversas cosechas e insectos, pero los datos que tenemos en la actualidad no indican que pueda obtenerse un alto grado de represión de los insectos mediante el empleo de fertilizantes. Varios investigadores han informado que la adición de Parathion o algunos otros compuestos orgánicos complejos a la tierra, hace que el maíz, el algodón y otras plantas crezcan en ella prácticamente inmunes a ciertos insectos durante varias semanas. Sin embargo, la represión de insectos por medio de insecticidas que las plantas absorben a través de sus raíces, se encuentra todavía en la etapa experimental y no puede recomendarse para su aplicación práctica.

Por mucho tiempo se creyó que las plantas que crecen en forma vigorosa y que no carecen de ninguno de los componentes alimenticios necesarios están

menos sujetas a infestaciones o más capacitadas para resistirlas y para recuperarse de los daños causados que las plantas mal nutridas, pero es necesario tener mayor evidencia a este respecto, ya que tratándose de ciertos insectos, exactamente lo contrario puede ser verdad. El picudo europeo del maíz, por ejemplo, escoge comúnmente las plantas más grandes y vigorosas para depositar sus huevos.

Generalmente, el descubrimiento y mejora de variedades de cosechas resistentes a los insectos no es un procedimiento sencillo que los agricultores puedan llevar a cabo, ni tampoco puede esperarse que solucione todos los problemas que presentan las plagas de las cosechas y que haga innecesarios los métodos de represión por medio del cultivo y de los insecticidas. Tratándose de ciertas cosechas e insectos y cuando hay poca o ninguna resistencia, tienen que seguirse empleando métodos de represión. La búsqueda de la resistencia deseada puede requerir pruebas de miles de variedades, existiendo siempre la posibilidad de que ninguna de ellas resulte resistente. Aun después de que se hayan descubierto variedades resistentes, es probable que tengan ciertas características indeseables, y en ese caso es necesario mejorar la variedad resistente en otros aspectos o transferir la resistencia a variedades más deseables por medio del tedioso procedimiento de cruzas y selecciones artificiales. Por fortuna, la verdadera resistencia a los insectos, cuando se encuentra, es transmisible de los progenitores a las progenies de acuerdo con las leyes hereditarias.

El procedimiento de cruza y selección requiere comúnmente muchos años de trabajo cooperativo por entomólogos, agrónomos y geneticistas a fin de producir una variedad resistente a los insectos que sea comercialmente satisfactoria. Esto sería muy sencillo en lo que concierne a resistencia a los insectos si al hacer las cruzas y selecciones pudieran emplearse caracteres fácilmente visibles que fueran responsables o que estuvieran estrechamente asociados con ella. En la mayoría de los casos, sin embargo, no ha sido posible encontrar esos caracteres. Por ejemplo, en un intento de determinar la naturaleza de la resistencia del sorgo a los pulgones se han sometido las plantas a 30 o más determinaciones químicas, a numerosos estudios sobre su estructura y a cientos de medidas de crecimiento, supervivencia y reproducción de los insectos cuando se alimentan de diferentes variedades. A pesar de esa intensa investigación durante un período de 30 años, todavía es imposible atribuir a determinada característica de la planta o elemento constitutivo de ella la resistencia del sorgo a los pulgones. Por tanto, generalmente es necesario desarrollar métodos especiales para someter las variedades o selecciones a infestaciones por los insectos, a fin de separar las que son resistentes de las susceptibles.

El problema puede complicarse aún más por la existencia de diferentes razas o especies del mismo insecto en diferentes regiones, y por el hecho de que la variedad de una cosecha puede ser resistente a una de esas razas pero no a otras. La variedad de trigo Dawson, por ejemplo, es resistente a la mosca cecidomia en California, pero no a las razas de ese insecto que se encuentran en Indiana. Con ciertos insectos se ha demostrado que una especie capaz de atacar y multiplicarse en una variedad resistente de una cosecha puede aislarse artificialmente en el laboratorio, por lo que resulta necesario desarrollar diversas variedades resistentes, ya que una sola no sería adecuada para producción comercial en todas las diversas regiones en donde ocurre el insecto, o puede no ser resistente a todas las diferentes especies del insecto que puedan ocurrir real o potencialmente en una región dada. Por tanto, el problema de evitar los daños causados por los insectos puede no solucionarse nunca con el desarrollo de variedades resistentes de la cosecha que atacan, a menos de que puedan descubrirse o producirse variedades completamente inmunes, y éstas son muy raras.

Una complicación más, es el hecho de que la resistencia a una especie de insectos rara vez hace que una variedad sea resistente a otras especies. Las excep-

ciones con el sorgo Atlas y diversas variedades de Kafir, que son resistentes tanto a los saltamontes como a los pulgones. A fin de determinar la resistencia de una variedad o selección a más de un insecto, debe probarse en forma adecuada contra cada uno de ellos individualmente. El descubrimiento y cultivo de variedades resistentes a los insectos es un proceso lento, pero el progreso puede hacerse más rápido mediante el empleo de cosechas tales como el trigo y el maíz, que producen semilla en un solo año y no con aquellas como los árboles frutales, que requieren varios años para alcanzar la etapa de producción de semilla.

Entre los ejemplos más notables de rápidos progresos después del descubrimiento de los orígenes de resistencia está el desarrollo de variedades de trigo resistentes a la mosca cecidomia. La variedad Pawnee, resistente a la mosca, que se suministró a los agricultores de Nebraska en 1942 y a los de Kansas y Oklahoma en 1943, se originó de una cruza entre la variedad resistente Kawvale y la susceptible Tenmarq. La cruza se hizo en la Estación Agrícola Experimental de Kansas en 1928. La Pawnee se produjo después de 14 años de selección y pruebas subsecuentes en la investigación de características deseables. Tiene buena resistencia a las razas de la mosca cecidomia que se encuentran en el centro y el este de Kansas y tiene además las otras cualidades de sus progenitores, incluyendo alto rendimiento y buenas cualidades de molienda y cocimiento, así como resistencia al tizón suelto, al tizón fétido y a algunas razas del moho de las hojas y de los tallos.

Los cultivadores de trigo y los molineros recibieron la variedad Pawnee favorablemente, y para el otoño de 1946 predominaba en el centro y el este de Kansas. Mediante su empleo y sin importar las demás medidas de represión que puedan aplicarse, los agricultores pueden obtener un grado considerable de represión automática de la mosca cecidomia, tienen la seguridad de que ésta no podrá causar las pérdidas totales de las cosechas de que tan a menudo ha sido responsable, y debido a su resistencia a la mosca cecidomia la variedad Pawnee puede sembrarse con toda seguridad más temprano en otoño que las variedades susceptibles, quedando disponible en esa forma para pastura de otoño en localidades en donde el empleo del trigo como pastura tiene casi la misma importancia que su uso como cosecha de granos. La relativa inmunidad de la variedad Pawnee a los daños causados en otoño por la mosca cecidomia la hace muy útil para el agricultor que desea sembrar grandes superficies porque puede aprovecharse, con una seguridad razonable, de las buenas condiciones para la siembra de trigo que pueden ocurrir antes de la llamada fecha libre de moscas.

Debemos mencionar también el desarrollo de las variedades blancas de trigo blando Big Club 43 y Poso 44, que son resistentes a la mosca cecidomia y que quedaron a la disposición de los cultivadores de California en 1944 y 1945, después de 15 años aproximados de cruzas, entrecruzas y selecciones por los investigadores del Departamento de Agricultura y de la Estación Agrícola Experimental de California. El alto grado de resistencia a la mosca de la variedad blanda de trigo blanco Dawson se propagó a los tipos blandos de trigo de primavera Big Club y Little Club, cultivados comúnmente en regiones de California donde la mosca es muy perjudicial. Las variedades seleccionadas de estas cruzas, Big Club 43 y Poso 44 son resistentes también a la quemadura y al moho del tallo. Una especie de la Big Club 43 es resistente a la podre del pie y estas variedades han reemplazado en gran parte a las que se cultivaban anteriormente en el distrito de Montezuma Hills en California. Su empleo ha resuelto prácticamente el problema de la mosca en aquella área. El trigo es una de las mejores cosechas que se cultivan allá, pero los agricultores habían resuelto cultivar otros granos pequeños menos deseables, porque la mosca cecidomia y las enfermedades habían hecho incosteable la producción de trigo.

El escarabajo verde es un pequeño piojo de las plantas que a veces causa pérdidas de muchos *bushels* en los cereales pequeños en una sola estación. I. M. Atkins y R. G. Dahm, cuando trabajaron en Texas y Oklahoma, observaron una marcada diferencia en el grado de los daños causados por este insecto en las variedades de trigo, cebada y avena cultivadas en parcelas experimentales, en las que todas las variedades estaban expuestas a infestaciones naturales moderadas o graves. Algunas variedades de trigo sufrieron sólo una quinta o cuarta parte de los daños sufridos por otras, y la variedad Pawnee, resistente a la mosca cecidomia, resultó ser muy susceptible a los daños causados por el escarabajo verde. Entre gran número de cebadas de orígenes mundiales, algunas de ellas, en su mayor parte del Oriente, mostraron gran resistencia. Ninguna de las pocas variedades de avena empleadas en las pruebas mostraron gran resistencia, pero se observaron ciertas diferencias en susceptibilidad. Las variedades de cebada y trigo resistentes al escarabajo verde descubiertas en las parcelas se están empleando como progenitoras para el cultivo de resistencia en variedades nuevas y comercialmente más deseables, pero se necesitan todavía esfuerzos mayores para encontrar variedades de avena adecuadas para este fin.

Se ha investigado ampliamente la resistencia del maíz a los insectos. Esta planta está sujeta a los ataques de muchas plagas de insectos, y como no hay a la mano medidas satisfactorias de represión para gran número de ellos, el desarrollo de variedades resistentes aceptables es de mucho interés. Antes de que se descubriera el DDT y otros insecticidas para protegerse contra el picudo europeo del maíz, el descubrimiento y mejora de variedades o especies resistentes de maíz constituía el medio más prometedor de reprimir los insectos. Si fuera posible la producción de maíz altamente resistente al picudo sería todavía la mejor solución de este problema, que es extraordinariamente grave.

Las pruebas de un gran número de líneas demuestran que sólo la mitad o dos tercios aproximadamente de las poblaciones de picudos pueden sobrevivir en las entrecruzas más resistentes así como en las más susceptibles. Entre las más resistentes están las siguientes: Tipo dentado de maíz de campo, Illinois R4, Indiana P81, Iowa L304A, Iowa L317, Kansas K230, Michigan 77, 106 y 285 y Wisconsin CC5. Tipo Bantam de maíz dulce, Purdue Wc75-1, Iowa 471, Michigan 3116, Michigan 1828 e Iowa S5010-9. Tipo Country Gentleman de maíz dulce, Iowa 1627 e Iowa 1434. Tipo Evergreen de maíz dulce, Iowa S5316-5, Iowa S5328-1 e Iowa S5017-1. Cuando se usen estas entrecruzas para la producción de híbridos, alguna parte o toda su resistencia se expresa en sus progenies. En ciertos casos en que se entrecruzan dos líneas resistentes, la cruza sencilla resultante ha quedado infestada más levemente que cualquiera de sus progenitoras. Varias de estas entrecruzas resistentes a los picudos se emplean en la producción de híbridos comerciales.

El gusano de la mazorca del maíz es una plaga perjudicial y muy extendida en el maíz y otras cosechas. Aunque se han encontrado buenos métodos insecticidas para su represión en el maíz dulce, no hay métodos satisfactorios para reprimirla en el maíz de campo. Sin embargo, se están haciendo progresos alentadores en la búsqueda y utilización de especies resistentes al gusano de la mazorca, tanto en maíces de campo como dulces. Mencionamos la protección de las mazorcas contra los gusanos de la mazorca, picudos y mariposas de los cereales por medio de las panojas apretadas que se extienden más allá de los extremos de las mazorcas. Como se obtiene muy poca o ninguna protección contra los insectos alargando las panojas más de 2 ó 3 pulgadas del extremo de la mazorca, el cultivo de panojas muy largas a expensas del largo de la mazorca no ofrece ningunas ventajas.

En algunas especies de maíz, otras características además de las panojas largas y apretadas, tienen importancia para la disminución y prevención de las

infestaciones de los gusanos de la mazorca. No se ha determinado en qué consisten esas características; pero, sin embargo, se emplean en el cultivo de entrecruzas e híbridos resistentes al gusano de la mazorca y que tienen otras cualidades deseables tales como rendimiento, resistencia al apelmazamiento y a las enfermedades y alto valor alimenticio. Algunas especies de maíz se acercan mucho a la inmunidad al gusano de la mazorca.

Algunas granjas cultivan híbridos considerablemente resistentes al gusano de la mazorca, tales como el híbrido del maíz de campo Dixie 18, que es especialmente adecuado para los Estados del Sur, así como los híbridos dulces Brookhaven, Pershing, Calumet y Riogold. Entre las entrecruzas que parecen prometer resistencia al gusano de la mazorca están las líneas dentadas amarillas de punta blanca L501 y L503 de la variedad Tisdale, las líneas dentadas blancas L578, F2, F3, K55, T18C, T85A, Ky27, Ky30A, CI43, CIC1, CI23, LanLhw y 38Lhw y las líneas dentadas amarillas L101, Mp2, F6, F44, HK61, 221, R3D, CI2, 23R7, CI6, CI7, Kys, J8-6G, J7-2C, 5675, CI33 y 317Lh. Se han aislado también gran número de entrecruzas de maíz dulce que parecen prometer resistencia al gusano de la mazorca. El desarrollo de híbridos resistentes al gusano de la mazorca, de características deseables y bien adaptados para producción en las granjas del Sur o en la zona productora de maíz, sin embargo, se encontraba todavía en la etapa experimental en 1952.

Varias líneas de maíz son resistentes a algunas otras plagas de insectos. Varias de ellas son menos susceptibles que otras a daños o infestación por los pulgones, saltamontes y el áfido de la hoja del maíz, y sólo en raras ocasiones se ha encontrado alguna línea resistente a más de una de esas plagas. Sin embargo, las líneas resistentes al áfido de la hoja del maíz probablemente lo son también al picudo europeo. Se ha mencionado también la resistencia a otro grupo de insectos que incluye las lombrices de la raíz del maíz y las larvas blancas y que se debe aparentemente al sistema de raíces más grande y vigoroso que es característica de ciertas especies de maíces.

Algunas de las plagas de insectos del maíz, tales como el pulgón, el gusano de la mazorca y el áfido de la hoja, atacan también los sorgos, siendo probablemente el pulgón la peor de ellas. Las graves infestaciones en el este de Kansas y en Oklahoma hacen casi prohibitivo el cultivo de variedades susceptibles de sorgo en esas áreas y han sido responsables en gran parte de la limitación de la extensión hacia el Oriente de la principal área productora de sorgo de los Estados centrales del Sur. Entre las diferentes variedades de sorgo los Milos son particularmente susceptibles a daños por los pulgones, los Feterita y Hegari son ligeramente susceptibles y los Kafires tienen considerable resistencia. Se han probado muchas selecciones híbridas de sorgo para encontrar resistencia a los pulgones y se han descubierto algunas especies más resistentes que cualquiera de las progenitoras. Una de las variedades más resistentes, la Atlas, se ha convertido en el sorgo más popular en el este de Kansas y este de Nebraska y de Missouri, debido en parte a su resistencia a los pulgones. Las variedades de Kafir Blackhull, Western Blackhull y Pink son también resistentes. Se han producido desde 1928 gran número de variedades resistentes, incluyendo tipos adecuados para el empleo de trilladoras combinadas, tales como el Combine Kafir 44-14, Redlan, Resistant Wheatland 288 y Kaferita 811. Una nueva especie resistente del sorgo susceptible Honey produce buena calidad de jarabe y forraje. Las variedades de sorgo que son más susceptibles a los daños de los pulgones sufren también los frecuentes ataques de los saltamontes y del picudo europeo. Generalmente los saltamontes, el picudo del Suroeste del maíz y el picudo europeo dañan menos al sorgo que a los maíces, y por esa razón, así como también por su mayor resistencia a la sequía, los agricultores han tendido a sustituir el maíz con el sorgo en donde prevalecen esas plagas o las sequías. Por otra parte, probable-

mente el sorgo se daña más seriamente con los ataques del áfido de la hoja del maíz, aunque las variedades de sorgo difieren grandemente en susceptibilidad.

El áfido común del chícharo y el saltamontes de la hoja de la patata son dos de las numerosas plagas de insectos de la alfalfa. Ambos son insectos succionadores de savia, pequeños y de color verde pálido, y abundan en la mayor parte de los Estados Unidos de Norteamérica. El áfido del chícharo causa la pérdida de uno o más cortes de heno de alfalfa en algunas áreas casi todos los años. Se han encontrado buenas medidas insecticidas de represión del áfido en la alfalfa, pero creemos que al final el empleo de variedades resistentes puede ser el mejor método para acabar con las pérdidas. K. H. Painter y C. O. Grandfield informaron en 1935 sobre la resistencia al áfido del chícharo de la variedad de alfalfa Ladak que se cultivaba extensamente. Dice Painter: "Eichmann y Webster sugieren el empleo de variedades resistentes de alfalfa para la represión de los áfidos del chícharo en esa planta. Los estudios efectuados en Kansas y en otras estaciones han dado por resultado el aislamiento de diversas especies que son más resistentes que la Ladak, y el progreso en la represión de un insecto en dos cosechas mediante el empleo de variedades resistentes de una sola de ellas puede ser un hecho en el futuro." En relación con lo anterior debemos explicar que en algunas áreas las infestaciones de primavera por el áfido del chícharo en esta planta se originaron en su mayoría en campos cercanos de alfalfa en donde invernaron.

En 1936 F. W. Poos y H. W. Johnson escribieron lo siguiente: "Los daños y pérdidas resultantes causados por el saltamontes de la hoja de la patata a la alfalfa y al trébol rojo en la mitad oriental de los Estados Unidos de Norteamérica aparentemente han sido más extensos de lo que se cree." Esta afirmación todavía es cierta. Esos investigadores y muchos otros han encontrado grandes diferencias en el grado de los daños causados por los insectos a variedades diferentes de alfalfa, trébol rojo, trébol dulce y frijol soya. En el trébol rojo y el frijol soya las diferencias se asocian un tanto con el vello característico de algunas variedades, y es necesario investigar más a fondo la posibilidad de encontrar y emplear resistencia al saltamontes de la hoja de la patata como plaga de las cosechas leguminosas.

Se tienen noticias de resistencia en las patatas a varias clases de insectos. La Sequoia es resistente al saltamontes de la hoja y a la pulga de la patata y se dice que algunas otras variedades, algunas plantas individuales dentro de ciertas variedades y otras especies de plantas estrechamente relacionadas con la patata son también resistentes o lo son en forma moderada al saltamontes de la hoja. Se han encontrado diferencias extremadas entre las variedades de patata en su resistencia al áfido verde del durazno que ataca tanto las patatas como los duraznos. Algunas variedades quedan menos dañadas por el psílido de la patata que otras, y los tubérculos de algunas son menos susceptibles a los daños de las lombrices que los de otras.

El algodón tiene varias plagas y se han observado diferencias en la resistencia a ellas en diversas especies. En África del Sur, India y Australia era muy común que ocurrieran daños graves causados por el saltamontes de las hojas, hasta que se desarrollaron variedades altamente resistentes a esos insectos. Se ha cultivado la resistencia al gusano rosado del algodón de algunas especies silvestres en ciertas variedades cultivadas mediante hibridizaciones y selecciones. Se tienen informes de variedades de hoja roja que son menos susceptibles a la infestación del picudo que algunas de las variedades de hojas vordes, y de variedades sin vello que quedan menos infestadas por los piojos de las plantas que las variedades velludas. Sin embargo, la evidencia disponible sobre la relación que existe entre la falta de vello y la infestación por los piojos de las plantas ha sido contradictoria. En estudios efectuados sobre los succionadores, ciertas variedades

de algodón han quedado menos dañadas que otras. Las variedades que maduran temprano o los plantíos tempranos tienen más probabilidades de escapar a graves infestaciones del picudo y de algunos otros insectos que las variedades o plantíos tardíos. Se ha notado también la resistencia del algodón a varias otras plagas de insectos.

Se ha descubierto una considerable resistencia al picudo de la caña de azúcar en diversas variedades de esta planta y algunas de ellas son de uso comercial. Aproximadamente 25,000 retoños registrados de caña de azúcar, que representan más de 225 variedades de progenies, se han probado en relación con la resistencia al picudo de Louisiana o Florida desde 1940. Entre las variedades comerciales la CP34/120, CP-34/92, F31/962, CP-36/19, CL38/32, F40/96 y CP28/29 son resistentes. La CP34/79, que se ha distribuido para su producción comercial en Florida, es altamente resistente y se han clasificado como resistentes gran número de variedades prometedoras que todavía no se distribuyen. Dependiendo de la variedad, sólo de 25 a 80% de las juntas han sido taladradas en las variedades resistentes comparadas con la variedad moderadamente susceptible CO28. W. F. Jepson y H. Evans, cuando estuvieron trabajando en la isla de Mauritius, que se encuentra gravemente infestada con las larvas blancas, desarrollaron una variedad por hibridización que toleró daños y tuvo un rendimiento dos veces mayor que el de ciertas variedades más susceptibles. Una de las medidas que han ayudado a la represión del escarabajo de la caña de azúcar y del picudo de esa misma planta en Louisiana es la siembra de variedades vigorosas que producen los mejores plantíos de caña y tienen mejor recuperación de los daños causados por los escarabajos.

Podríamos citar muchos casos que demuestran la presencia de resistencia de una u otra clase a los insectos que atacan cosechas tales como frutas, nueces y árboles selváticos, frutas pequeñas, legumbres y plantas de ornato. El cultivo y selección de variedades de esas cosechas resistentes a los insectos, muchas de las cuales son perennes de larga vida, presenta mayores dificultades que las que requieren el mejoramiento de las cosechas anuales. Sin embargo, con el interés creciente en la resistencia a los insectos y el reconocimiento de sus posibilidades es probable que se hagan progresos más rápidos en la disminución por este medio de los daños causados por los insectos, tanto en las cosechas perennes como en las anuales.

C. M. PACKARD *es entomólogo y trabajó en la división de insectos de los cereales y forrajes de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas durante 37 años, retirándose en 1950. Hasta 1937, en que se hizo cargo de esa división con oficinas principales en Washington, trabajó en varias estaciones de campo en la biología y represión de insectos de los cereales y forrajes.*

JOHN H. MARTIN *es agrónomo con 37 años de servicios en la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola. En sus trabajos se incluye la investigación sobre el cultivo, utilización, adaptación, genética, economía y mejoría de los granos pequeños y de los sorgos en los Estados Unidos de Norteamérica.*

Las buenas prácticas agrícolas ayudan a la represión de los insectos

W. A. Baker y O. R. Mathews

Los AGRICULTORES combaten los insectos cuando siguen buenas prácticas agrícolas al labrar la tierra, tales como la rotación de cultivos, las fechas de siembra y la salubridad de los campos, métodos de cultivo que ayudan a reprimir las plagas sin costo extra de tiempo, dinero o comodidad. A menudo sólo se necesitan pequeños cambios en los procedimientos usuales de cultivo, y esto se aplica especialmente a los cereales y cosechas forrajeras cuyo escaso valor por acre no justifica repetidas aspersiones. Algunas de ellas pueden aplicarse también a los insectos en las legumbres, frutas, árboles selváticos y otras cosechas.

El demorar la siembra de trigo de invierno hasta después de la fecha en que queda libre de la mosca lo protege contra la cecidomia. La siembra de otoño se demora a fin de que el trigo brote después de que ha ocurrido la migración de otoño de los insectos. Sin embargo, la siembra tardía sólo debe practicarse en forma moderada, porque el trigo que se siembra demasiado tarde es menos productivo que aquel que se siembra a su tiempo óptimo y está más expuesto a daños de invierno causados por movimientos de la tierra o erosión de ella. Durante muchos años los entomólogos han efectuado pruebas relativas a fechas de siembra en los principales Estados productores de trigo, y esas pruebas han demostrado que la época más segura para la siembra de trigo en invierno, a fin de que escape a los daños de las moscas en años de precipitación pluvial normal, coincide generalmente con el tiempo adecuado para sembrarlo a fin de obtener el máximo rendimiento de grano. Los cultivadores deben consultar al agente agrícola de su Condado o a la estación experimental más cercana a fin de obtener información relacionada con las épocas de seguridad para la siembra que se recomienden en cada localidad. Las fechas dependen de la latitud, altura, longitud, fluctuaciones del tiempo y otros factores locales y varían considerablemente en terreno accidentado o montañoso, aun dentro de la misma granja, siendo considerablemente más tardías en los declives al sur de una colina que en los que miran al norte.

Los plantíos de maíz moderadamente tardíos sufren menos daños de la lombriz de las raíces o de la del retoño que los plantíos tempranos en el Sureste, y del picudo del maíz en los Estados del Noreste y centrales del Norte. Los plantíos de maíz efectuados a mediados del verano en la parte sureste de Texas tienen más probabilidades de sobrevivir a los ataques del picudo de la caña de azúcar que los que se hacen demasiado temprano o demasiado tarde, escapando así el maíz a la primera progenie y teniendo oportunidad de crecer en forma suficiente antes de que aparezcan las progenies tardías, lo que hace que pueda resistir mejor sus ataques que los plantíos tardíos.

El ajuste del tiempo de siembra en las judías secas de campo, judías rastreras y habas en la parte superior del Estado de Nueva York a fin de que no broten sino hasta que las larvas de la semilla del maíz han cesado sus actividades en la tierra es sumamente importante para evitar los daños que causan. Generalmente

esto se obtiene con la siembra a mediados de estación, pero es mejor demorar los plantíos a fin de evitar los daños causados por las larvas hasta que se tenga información precisa de las fechas libres de larvas. Las fechas seguras varían de año en año y puede obtenerse la información relativa de los agentes del Condado.

Los sorgos de grano plantados a fines de abril en el suroeste de Oklahoma se maduran con menos daños causados por los pulgones que los que se plantaron a principios de junio, aunque si no hubiera peligro de daños causados por los insectos, los principios de junio serían una fecha más productiva. En la costa del Golfo se planta a menudo una parte del sorgo de grano de Texas a fines de febrero o marzo a fin de que haya pasado el período de floración antes de que nazcan muchos adultos del mosquito del sorgo. En la zona productora de patatas al oeste de Nebraska, las patatas plantadas en junio necesitan menos tratamientos insecticidas para la represión del escarabajo de Colorado de la patata que las que se plantan temprano. En las áreas de Louisiana susceptibles a los graves daños de las lombrices de la caña de azúcar, las siembras de caña tan temprano, en agosto, como es agronómicamente recomendable, dan mejores plantíos que cuando se siembra a fines de septiembre o principios de octubre.

La disposición adecuada de los desechos de cosechas ayuda a menudo a la represión de los insectos.

El picudo europeo del maíz sobrevive al invierno en la etapa de oruga completamente desarrollada, principalmente en las cañas de maíz y hierbas de tallo grueso. A fines de primavera o principios de verano, las orugas se vuelven mariposas que vuelan a los nuevos plantíos de maíz para depositar sus huevos. La remoción total de los residuos de plantas en los que los picudos sobreviven al invierno, ya sea enterrándolos profundamente o empleándolos como alimento del ganado antes de que salgan las mariposas en primavera, es una buena forma de combatir los insectos.

El picudo de la caña de azúcar tiene hábitos semejantes en ella, en el sorgo y en el maíz a lo largo de la costa del Golfo, aunque el clima más caliente de esa zona hace que las mariposas adultas salgan más temprano en primavera. La remoción de los residuos de la cosecha en otoño o invierno, por tanto, ayuda también a reprimir el picudo.

Por lo que hace a los insectos que infestan gravemente el trigo, entre los cuales se encuentran la mosca cecidomia, el gusano anillado del trigo, el gusano de la paja del trigo y la mosca de sierra del tallo, el enterramiento profundo en verano o a principios de otoño de los desperdicios de trigo evita la salida de estos insectos y, por tanto, disminuye su capacidad para infestar la nueva cosecha y propagarse en los trigos voluntarios, que de otra manera brotarían en los campos cubiertos de desperdicios.

Es proverbial el valor de la disposición adecuada de los tallos del algodón en agosto para reprimir el gusano rosado en Texas. La recolección temprana del algodón y la inmediata eliminación de los tallos reducen grandemente el número de picudos en el año siguiente. Los cultivadores de otras cosechas saben también la importancia que tiene el destruir los residuos infestados como ayuda en la represión de los insectos, el picudo de la batata en los Estados del Golfo, el del pimiento en California, el del chícharo en Idaho, la mosca de sierra del tallo del trigo en Montana y North Dakota y el mosquito del trigo en el noroeste del Pacífico.

A menudo las prácticas de labranza atacan directamente los insectos cuando se encuentran en lugares vulnerables, especialmente durante la invernada. En la región del Lago Erie el cultivo de los viñedos en primavera entierra y ayuda a reprimir las crisálidas de la mariposa de la uva que sobrevivieron al invierno. Una delgada capa de tierra es suficiente para evitar que las mariposas salgan del suelo y disminuye el número de insectos supervivientes en forma tal que un

programa de aspersiones abreviado proporciona una represión satisfactoria de la mariposa.

La mayoría de las especies de saltamontes depositan sus huevos en la tierra a fines del verano y del otoño. Las especies dañinas comunes pasan de 6 a 8 meses del año en forma de huevos entre las 3 pulgadas superiores de la tierra, y si ésta se ara a una profundidad siquiera de 5 pulgadas en cualquier tiempo durante ese período, de preferencia en el otoño, y la capa superficial queda bien apretada mediante un cultivo posterior, no podrán salir los saltamontes que se incuben de esos huevos.

Otro método consiste en privar a los insectos de sus plantas alimenticias por medio de la labranza. El gusano pálido del Oeste, grave plaga de los granos pequeños en las Grandes Llanuras, no puede reprimirse esparciendo cebos envenenados en los campos infestados como puede hacerse con la mayoría de los gusanos, porque permanece bajo tierra en todo tiempo y se mueve de planta a planta perforando túneles inmediatamente debajo de la superficie. Sin embargo, los gusanos mueren rápidamente después que se incuban a principios de la primavera si se destruye la nueva vegetación por medio de un cultivo completo tan pronto como los gusanos han tenido un poco de tiempo para alimentarse. Pueden sobrevivir por cierto tiempo sin alimento, pero mueren rápidamente si se han alimentado una vez y luego se les priva del alimento. Por tanto, los campos infestados pueden mantenerse limpios labrándolos durante 3 semanas, comenzando poco tiempo después de que hayan incubado los gusanos y sembrando luego gramíneas de primavera con pocos daños subsecuentes a las cosechas.

Los implementos de labranza empleados en las operaciones agrícolas generales difieren grandemente en su efectividad en las prácticas de represión de insectos. A continuación agrupamos esos implementos de acuerdo con sus efectos en la tierra y sus aplicaciones a la represión de los insectos.

A. El arado de vertedera, que cubre completamente los residuos, es muy eficaz en varias formas. Entierra el material que podría albergar insectos que sobreviven al invierno. Puede dejar al descubierto formas de insectos que sobreviven al invierno que han penetrado en la tierra y exponerlas a los efectos del clima y de sus enemigos naturales. Puede enterrar tan profundamente los huevos y crisálidas, que los insectos tiernos o las larvas no pueden salir a la superficie. Se recomienda el arado como medida de represión contra el gusano rosado, el picudo del algodón, el gusano de la mazorca del maíz, el picudo europeo del maíz, el áfido de la raíz del maíz, la mosca cecidomia, el gusano anillado del trigo, los saltamontes en los campos cultivados, la mosca de sierra del tallo del trigo y otros.

B. Damos una lista de seis implementos que incorporan parcialmente en la tierra los residuos de cosechas. Se emplean principalmente para preparar camas de semilla y reprimir las hierbas, pero pueden ser eficaces para dejar al descubierto los huevos de ciertos insectos exponiéndolos a la sequía y a los pájaros.

El arado de disco vertical sencillo destruye las hierbas. Un arado a poca profundidad puede dejar al descubierto los huevos de algunos insectos tales como los saltamontes y grillos en campos cultivados.

La rastra de dientes de resorte se emplea a veces para cultivar alfalfa en el otoño y dejar al descubierto los huevos de insectos tales como saltamontes y grillos, pero los daños que causa en la alfalfa pueden ser mayores que la protección resultante de la disminución de las poblaciones de insectos.

Los cultivadores de campo se emplean para destruir hierbas y mantener una superficie resistente a la erosión. Generalmente trabajan la tierra aproximadamente a la misma profundidad que la rastra de dientes de resorte.

La rastra de discos produce un efecto comparable al del arado de disco vertical empleado a poca profundidad, pero es menos eficaz para destruir hierbas.

El arado de doble vertedera no se adapta bien a la represión de insectos. No remueve toda la tierra y no cubre profundamente los residuos. Prácticamente todos los residuos de cosecha quedan cubiertos en su funcionamiento inicial, pero algunos de ellos pueden descubrirse de nuevo en la labranza subsecuente con otros implementos.

La rastra se usa principalmente para destruir hierbas pequeñas o preparar camas de semilla en tierras trabajadas previamente con otros implementos.

Estos seis implementos son útiles en la represión de insectos que se alimentan de hierbas, así como de crecimientos voluntarios, ya que destruyen o evitan esos crecimientos. Algunos de los insectos contra los que se recomiendan buenos métodos de cultivo como medidas de represión son el gusano pálido del Oeste, el gusano pajizo del trigo y ciertas lombrices.

C. Cinco implementos dejan todos los residuos en la superficie y pueden ser de utilidad contra los insectos mediante la represión de hierbas y la exposición de los huevos de los mismos, pero en la mayoría de las áreas esto queda más que compensado con la protección que proporcionan a los insectos que sobreviven al invierno. Su empleo está indicado principalmente por la necesidad de combatir la erosión. Entre los insectos favorecidos por la retención de residuos en la superficie están el gusano rosado y la mosca cecidomia. Los plantíos de trigo han sufrido daños causados por los ácaros y por las larvas del escarabajo de la zanahoria en tierras cubiertas con paja, no ocurriendo esos daños en tierras sin residuos.

La reja Noble se emplea principalmente en la labranza de los barbechos de verano y es muy eficaz para la destrucción de hierbas en condiciones de sequía, ayudando a reprimir insectos tales como el gusano pálido del Oeste.

El extirpador de hierbas de varilla es eficaz para las labranzas de limpieza en los barbechos y deja tierras libres de hierba para la represión del gusano pálido del Oeste.

Los implementos de limpieza con barrenadores más anchos que el pie de pato se emplean principalmente para dejar residuos en la superficie a fin de combatir la erosión. Son eficaces para destruir hierbas en tierras secas. A veces las lombrices son más destructoras en las cosechas de maíz cuando ha quedado una capa de paja de pequeñas gramíneas en la superficie.

La reja de cincel se emplea para aflojar profundamente la tierra a fin de permitir la penetración del agua, pero es poco eficaz contra los insectos.

Un arado sin vertedera tiene los mismos fines y efectos generales que la reja de cincel.

A MENUDO LA ROTACIÓN DE CULTIVOS ayuda a disminuir los daños a las cosechas, especialmente los causados por insectos con hábitos de alimentación restringidos. Las larvas blancas, las larvas de los escarabajos de junio, se alimentan en las raíces de cosechas de la familia de las hierbas y dañan las cosechas de forrajes y cereales plantadas en tierras que se han dejado en barbecho, pero las cosechas de legumbres son desfavorables para su desarrollo. El empleo adecuado de las legumbres en la rotación o en combinación con hierbas en los campos de pasturas disminuye grandemente los daños causados por las larvas blancas. A menudo el gusano de la raíz del maíz es muy abundante en campos que se han plantado con maíz dos o tres años consecutivos. Sin embargo, el insecto tiene hábitos de alimentación restringidos y puede eliminarse como factor serio mediante rotaciones adecuadas de cultivos.

LA RECOLECCIÓN TEMPRANA DE ALGUNAS COSECHAS puede evitar pérdidas y es eficaz contra el picudo de la alfalfa en las Montañas Rocallosas y los Estados de la costa del Pacífico. En Arizona ayuda a reprimir los escarabajos Ligus

cuando se combina con un extenso programa comunal de cortes adecuados o de pasturas en invierno y con un cuidadoso riego durante la estación de crecimiento. La recolección temprana del trigo en Montana y North Dakota hace que se aproveche gran parte del grano que se perdería en otra forma cuando los tallos infectados por la mosca de sierra se rompen, haciendo que las trilladoras no recojan las espigas. La recolección temprana hace que se aprovechen muchas mazorcas de maíz que no se recuperarían por las cosechadoras mecánicas en los campos donde el picudo europeo del maíz hace que se rompan los tallos y caigan las mazorcas. Las pérdidas aumentan a medida que se demora la recolección y el llevarla a cabo temprano en combinación con métodos adecuados de secado puede convertirse en una medida práctica para disminuir las pérdidas causadas por el picudo del maíz.

Todas las operaciones agrícolas que promuevan el crecimiento de las cosechas, la buena preparación de las camas de semilla, el empleo de buenas semillas, la fertilización adecuada, el control de la humedad en los riegos y la siembra de variedades mejor adaptadas y más vigorosas son una gran ayuda en la continua competencia entre el hombre y los insectos. La siembra de nuevas cosechas a cierta distancia de donde se cultivaron el año anterior o fuera de la dirección de los vientos predominantes que procedan de orígenes de infestación de insectos son de gran ayuda contra algunos de ellos. La separación suficiente entre los campos de pequeñas gramíneas y los de maíz retrasa la emigración de los pulgones de una cosecha a la otra.

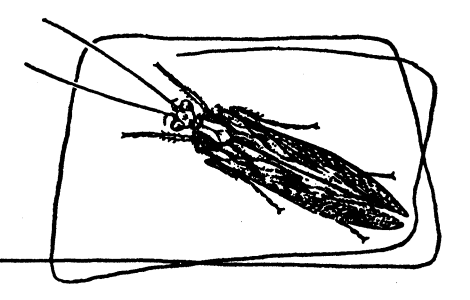
PUEDEN EMPLEARSE CON VENTAJA ciertas prácticas para proteger los árboles contra los ataques de los insectos. Los árboles demasiado maduros son difíciles de proteger y las rotaciones más cortas disminuirían las pérdidas en los árboles maduros. En Vermont se han evitado las pérdidas causadas por un escarabajo de la corteza del pinabete cortando los plantíos demasiado maduros de ese árbol. Los plantíos vigorosos de segundo crecimiento pueden resistir mejor los ataques de los insectos que los demasiado maduros. Se reduce la mortalidad causada por el gusano de los retoños del pinabete en los plantíos de pinabetes y abetos de la Nueva Inglaterra, de los Estados de los Lagos y en las provincias cercanas del Canadá si los árboles tienen un crecimiento vigoroso en la época de defoliación. La grave defoliación causada por la mariposa gitana en las selvas de árboles de madera dura de la Nueva Inglaterra se limita a aquellas áreas que tienen un alto porcentaje de ciertas especies favoritas. La buena conservación de las selvas para reducir a un mínimo los huéspedes favoritos evitará los daños causados por los insectos. Los plantíos mixtos de pino blanco y árboles de maderas duras rara vez se infectan gravemente con el picudo del pino blanco, pero los plantíos adyacentes en los que sólo hay pinos sufren a menudo daños tan graves que se pierde su futuro valor como madera limpia. Las buenas prácticas de conservación que favorezcan el aumento de árboles de madera dura ayudarán a evitar las pérdidas debidas al picudo. La apertura de los plantíos por medio de cortes favorece los ataques subsecuentes a ciertos árboles por insectos como el picudo bronceado del abedul en los abedules, el picudo del abeto en el abeto americano y los escarabajos de la corteza en los pinos, que pueden evitarse mediante talas menos drásticas o remoción total de los plantíos. La selección de mejores sitios y la planeación adecuada del espaciamiento de los árboles en las nuevas plantaciones ofrecen también grandes posibilidades para proteger nuestras selvas madereras contra los ataques de los insectos.

W. A. BAKER *está a cargo de la división de investigaciones sobre los insectos de los cereales y de los forrajes de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Durante muchos años ha efectuado investigaciones sobre los insectos*

y su represión en el campo, especialmente sobre los insectos de los cereales y los forrajes en el Suroeste y sobre el picudo europeo del maíz y su parásito en la Nueva Inglaterra y el Medio Oeste.

O. R. MATHEWS, *agrónomo de la división de conservación de tierras y riegos de la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola, ha estado efectuando trabajos experimentales relacionados con la labranza y producción de cosechas en áreas de tierras de sequía desde 1910.*

Entomología económica



Los principales acontecimientos en entomología

J. J. Davis

HACE 200 AÑOS O MÁS ya había en Norteamérica hombres y mujeres que se interesaban en los insectos. Su idea principal era coleccionar e identificar insectos porque en los principios de Norteamérica había pocas especies de importancia económica. La aparente ausencia de insectos destructores en los primeros tiempos puede atribuirse a la falta de extensas cosechas cultivadas intensamente, a la falta de introducción de insectos y a que las pérdidas pasaban desapercibidas.

Hacia el fin del siglo XVIII comenzaron a aparecer los problemas. Uno de los primeros trabajos científicos y económicos ocurrió en 1795 y se tituló *La Descripción e Historia del Gusano de la Gangrena,* por William D. Peck (1765-1822). Se reconoce a Peck como el primer entomólogo norteamericano que se interesara principalmente en los aspectos económicos de los insectos. Es interesante hacer notar en relación con lo anterior los títulos dados por los entomólogos que le sucedieron a aquellos hombres a quienes puede atribuirse el temprano desarrollo de la entomología: F. V. Melsheimer (1749-1814), "Fundador de la Entomología Norteamericana"; John Abbott (1750-1840), "Primer Gran Artista Entomólogo"; Thomas Say (1787-1834), "Padre de la Entomología Norteamericana"; Thaddeus W. Harris (1795-1856), "Entomólogo Económico Precursor", y Asa Fitch (1809-1879), "Primer Entomólogo Oficial."

A principios del siglo XIX, y con la aparición de los insectos como destructores de las cosechas, las sociedades agrícolas y hortícolas mostraron su interés en la represión de las plagas ofreciendo premios a los principales ensayos y contribuciones sobre determinados insectos.

Sólo precedido por Peck como autor sobre entomología económica, Thaddeus W. Harris publicó en 1841 su *Informe sobre los insectos de Massachusetts que son perjudiciales a la vegetación,* obra que hizo época.

Los diferentes Estados comenzaron a darse cuenta del significado de los insectos como problema de la agricultura y encontramos así que se estableció el puesto oficial de entomólogo del Estado de New York (Asa Fitch, 1854), en Illinois (B. W. Walsh, 1866) y en Missouri (C. V. Riley, 1868). Los informes de los tres Estados son contribuciones básicas e importantes a la entomología de Norteamérica y a la fundación de la ciencia de la entomología económica. Otros Estados y agencias federales habían hecho importantes contribuciones hasta 1888 mediante el establecimiento de estaciones agrícolas experimentales con ayuda federal.

La primera estación agrícola experimental de un Estado se estableció en Connecticut en 1875 y se fundaron varias otras antes de 1888. Se efectuaron en ellas algunos trabajos de entomología, pero el verdadero ímpetu a la misma en su rama económica en nuestro país acurrió con la Ley Hatch de 1887, que dio por resultado la organización de estaciones experimentales estatales en toda la nación.

Con la organización de estaciones adicionales en 1888, la demanda de entomólogos capacitados excedió con mucho el número de los que existían, lo que dio lugar al nombramiento de muchas personas que por una u otra razón se suponía que estaban capacitadas para ese trabajo. Esos nombramientos hicieron que muchas de ellas se convirtieran en prominentes entomólogos económicos, y entre los que fueron nombrados como entomólogos de estación después de los primeros años de establecimiento de las estaciones agrícolas experimentales estatales y que alcanzaron un lugar prominente en la ciencia de la entomología se cuentan: J. M. Aldrich (South Dakota, 1889), W. B. Alwood (Virginia, 1888), C. F. Baker (Colorado, 1890), Lawrence Bruner (Nebraska, 1888), T. D. A. Cockerell (New Mexico, 1893), J. H. Comstock (Cornell, 1888), A. J. Cook (Michigan, 1888), C. H. Fernald (Massachusetts, 1888), F. A. Forbes (Illinois, 1888), C. P. Gillette (Iowa, 1888), H. A. Gossard (Iowa, 1890), F. S. Harvey (Maine, 1888), A. D. Hopkins (West Virginia, 1888), G. D. Hulst (New Jersey, 1888), Otto Lugger (Minnesota, 1888), C. L. Marlatt (Kansas, 1887), H. A. Morgan (Louisiana, 1889), E. A. Popenoe (Kansas, 1880), W. J. Sirrine (New York, 1894), H. E. Summers (Tennessee, 1888), C. H. T. Townsend (New Mexico, 1891), J. Troop (Indiana, 1888), F. M. Webster (Ohio, 1891), C. M. Weed (Ohío, 1888) y C. W. Woodworth (Arkansas, 1888).

Desde la promulgación de la Ley Hatch en 1887, los fondos suministrados por los Estados para investigaciones agrícolas se han aumentado con fondos federales en varias ocasiones, la Ley Adams de 1906, la Ley Purnell de 1925, la Ley Bankhead-Jones de 1935 y la Ley de Investigaciones y Mercados de 1946.

Aunque trabajan independientemente, los entomólogos de las estaciones lo han hecho en estrecha colaboración con los entomólogos de la Oficina Federal de Entomología y Cuarentena de Plantas, primeramente en relación con proyectos cooperativos y después por medio de los laboratorios regionales de campo de la mayoría de los Estados que sostiene la citada Oficina. Por tanto, al examinar los trabajos y resultados de las estaciones experimentales estatales o de la Oficina Federal, es imposible separar sus éxitos. Cada una depende de la otra y como resultado se han multiplicado los éxitos obtenidos. Es cierto que los Estados como tales se han concentrado en el estudio de problemas locales y regionales mientras que las agencias federales se han dedicado a problemas de más amplio interés que requieren años para su solución.

La entomología económica es una ciencia joven que probablemente cuente apenas con unos 80 años de existencia.

En un principio se dio importancia al estudio de la historia vital y hábitos de los insectos. Pronto se reconoció que la represión de insectos, ya fuera biológica, legal, a través de prácticas agrícolas, del empleo de implementos mecánicos o de sustancias químicas, tenía que basarse en el conocimiento de la historia vital, hábitos y estructura de los insectos específicos.

Los primeros entomólogos se formaron solos. Probablemente se interesaban al principio en la zoología en su sentido más amplio o en horticultura, botánica u otras ciencias culturales o prácticas, y se dedicaron a los estudios entomológicos a causa de la relación de esta ciencia con sus vocaciones o gustos.

A principios del siglo xix se ofrecían algunos cursos más o menos bien organizados sobre entomología en unas cuantas instituciones. Fitch dio cursos en el

Instituto Politécnico Rensselaer, y Peck y Harris dieron algunas clases en Harvard. Sin embargo, los primeros cursos organizados se llevaron a cabo en colegios de agricultura, lo que dio origen a la fundación de colegios de agricultura estatales, conocidos como colegios de concesiones de tierras bajo la Ley Morrill a fines de la década de 1860.

Como ocurrió con las estaciones agrícolas experimentales estatales que se organizaron más tarde, fue un acto del Congreso lo que inició la extensa fundación de colegios agrícolas estatales así como la enseñanza de la entomología con especial referencia a la entomología económica.

Entre los profesores más distinguidos a fines de las décadas de 1860 y 1870 estaban Mudge, Riley y Popenoe, en Kansas; Cook, en Michigan; Burrill y Forbes, en Illinois; C. H. Fernald, en Maine y Massachusetts; Comstock, en Cornell, y Osborne, en Iowa, todos en colegios de agricultura. H. A. Hagen, educado en Alemania, vino a Harvard en 1870 como profesor de entomología y fue probablemente el primer profesor regular de esa ciencia en Norteamérica.

Al principio hubo poca demanda o incentivos para entomólogos capacitados y pocos estudiantes se graduaron como tales. De hecho había sólo unos cuantos colegios o universidades que proporcionaran cursos completos en la materia, y en su mayoría esos cursos se preparaban para los que se graduaban en campos de producción tales como horticultura y agronomía.

Con el establecimiento de estaciones experimentales en la mayoría de los Estados y la creciente demanda para entomólogos capacitados en ellos y en los colegios de Agricultura, un colegio tras otro, en rápida sucesión, proporcionaron cursos especiales. Con la creciente demanda para individuos en trabajos de regulación, en museos, en extensiones, en la industria, en trabajo comercial de represión de plagas, la capacitación de entomólogos se convirtió en una fase importante de la enseñanza en los colegios estatales, y en su gran mayoría el adiestramiento de entomólogos se encuentra limitado casi totalmente a los colegios agrícolas estatales y a las universidades.

A medida que se hizo más evidente la importancia de la entomología como ciencia, que los problemas de la producción agrícola dependieron más y más de la prevención de pérdidas causadas por los insectos y que se hizo aparente la necesidad de estudios técnicos, el campo de la enseñanza se convirtió en un factor principal en el progreso de la entomología. Habiendo cursos especiales para los que se graduaban en entomología se introdujo un mayor número de materias técnicas, hubo cursos especializados en morfología, fisiología, taxonomía, química de insecticidas y apicultura. Los estudios de entomología han proporcionado cursos en educación general y cursos auxiliares en entomología y materias asociadas tales como la patología de plantas. Todos ellos dan a los que se gradúan conocimientos básicos sobre entomología que les permiten hacer estudios especializados. En algunos colegios se proporcionan cursos especiales de 4 años para los operadores que trabajan en la represión comercial de plagas, que no sólo necesitan un buen conocimiento básico de los insectos, sino también experiencia práctica para su represión y ciertos elementos de comercio.

Los adelantos técnicos en entomología y en todas las demás ciencias agrícolas han requerido mayores facilidades de investigación y una marcada expansión en los estudios especializados. Estos estudios, o estudios de graduados, son una continuación de las escuelas profesionales para no graduados, pero se preocupan más del descubrimiento de nuevos hechos y del adiestramiento de los alumnos en la investigación y comprensión de cosas nuevas.

La primera legislación estatal para evitar la introducción de plagas de las plantas se promulgó por la legislatura del Estado de California en 1881. Se tomó esta medida porque los intereses agrícolas se alarmaron por la introducción de

plagas tales como los picudos de granero, la escama negra, la escama de cojín de algodón, la filoxera de la uva, la falena nocturna y la escama de San José, temiéndose la introducción de otros insectos destructores. Durante los siguientes 15 años algunos otros Estados promulgaron leyes similares, y a fines de la década de 1890 se adoptaron muchas disposiciones estatales, llamadas comúnmente leyes de inspección de viveros, debido a la gravedad de la escama de San José y a su propagación a muchos Estados.

Desde un principio se dio el nombre de "entomólogo del Estado" al funcionario de reglamentación estatal. Actualmente ese título se refiere casi exclusivamente al inspector de plantas o viveros que a veces está encargado también de las cuarentenas, siendo el puesto completamente diferente del de los primeros entomólogos de Illinois, Missouri y New York, que encabezaban organizaciones de investigación que no tenían facultades de reglamentación.

En un principio, cuando sólo se trataba de insectos, el funcionario encargado de la reglamentación era generalmente el entomólogo de la estación experimental estatal, pero a medida que aparecieron nuevas plagas de las plantas, tanto de insectos como de enfermedades de las mismas y que constituyeron una amenaza, se añadieron a la lista de plagas bajo reglamentación. Gradualmente las operaciones de reglamentación se transfirieron a organizaciones estatales diferentes de las instituciones educativas y al funcionario que las hace cumplir se le conoce ahora más a menudo como inspector estatal de viveros, que puede estar relacionado con las juntas hortícolas y de plantas, con los departamentos de agricultura y conservación o con el comisionado de plagas de cosechas de un Estado. Aunque el oficial de reglamentación está encargado primordialmente de la inspección y certificación del material de viveros, en la mayoría de los Estados está relacionado también con el material de propagación de invernaderos y de otras fuentes y con los apiarios, estando también encargado de hacer cumplir las cuarentenas intraestatales.

En los primeros años de las inspecciones estatales de los viveros cada Estado puso en vigor reglamentos sin tomar en consideración los de los demás Estados, habiendo muy poca uniformidad en las leyes. Eventualmente esto dio por resultado la formación de un comité conjunto de la Asociación Norteamericana de Viveros y de la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos, que formuló la llamada ley modelo. Ésta, a su vez, produjo cambios en las leyes estatales hasta hacer que en la actualidad la mayoría de los reglamentos estatales sean uniformes y recíprocos unos con otros.

Otro adelanto de importancia fue la formación de la Junta Nacional de Plantas y de las Juntas Regionales de Plantas, resultado directo de una conferencia de funcionarios de inspección de viveros estatales y federales en Washington, D. C., en abril de 1924. Su fin fue el promover la uniformidad y la eficiencia de las reglamentaciones hortícolas y de cuarentenas y de los servicios estatales de inspección. La Junta Nacional de Plantas preparó un tratado llamado "Los Principios de las Cuarentenas", que ha tenido una parte importante en la historia de las organizaciones reglamentarias.

J. J. DAVIS *ha sido jefe del Departamento de Entomología de la Universidad de Purdue de la Estación Agrícola Experimental de la misma Universidad y de la Extensión Agrícola de Indiana desde 1920. Fue presidente de la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos, de la Sociedad Entomológica de Norteamérica y de la Academia de Ciencias de Indiana.*

Las inspecciones de las plagas de insectos

J. G. Haeussler y R. W. Leiby

LAS INSPECCIONES son el servicio de inteligencia que proporciona al entomólogo, al funcionario de cuarentenas de plantas, al agricultor, al agente del condado y a la industria de insecticidas la información esencial relativa a los insectos enemigos. Las inspecciones dicen en dónde ocurre el enemigo, si es muy abundante y qué daños está causando o amenaza causar. Son la base para determinar la necesidad y tipo de acción que se requieren para combatirlo.

Las diferentes clases de inspecciones de insectos varían de acuerdo con su objetivo y con las circunstancias de cada problema especial. Algunas proporcionan información en relación con especies sobre las que se sabe muy poco, tales como una plaga nueva en cierta área o Condado.

Otras se refieren a las clases de insectos que atacan una cosecha dada como el algodón, o un grupo de cosechas como las legumbres o las frutas, y se llevan a cabo con el fin de ayudar a los agricultores a evitar las pérdidas causadas por los insectos en esas cosechas. Otras más ayudan a planear campañas organizadas de represión en contra de determinadas plagas tales como los saltamontes, que ocurren en brotes periódicos en extensas áreas y requieren la acción cooperativa de varias agencias y grupos organizados. Otras inspecciones se efectúan principalmente para obtener datos que sirvan de base para determinar la necesidad de medidas estatales o federales de cuarentena o de reglamentación y de guía para su cumplimiento, y todavía algunas otras inspecciones más se efectúan primordialmente para proporcionar registros de la ocurrencia, abundancia y relaciones de todas las especies de insectos con las plantas huéspedes dentro de una área determinada tal como todo un Estado. En tiempo de guerra las investigaciones se llevan a cabo como medidas de defensa en caso de que se hagan intentos deliberados para la introducción de plagas dañinas del extranjero o para la propagación de las que tienen importancia económica a nuevas áreas.

Se llevan a cabo inspecciones de una plaga poco conocida o de reciente introducción principalmente para determinar su distribución y comportamiento, para precisar la naturaleza y extensión de los daños que causa, la forma y proporción en que se propaga y precisar su potencialidad destructora y la necesidad de desarrollar medidas de represión antes de que pueda distribuirse extensamente.

Un ejemplo de lo anterior es el trabajo efectuado por la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y las agencias estatales en el Sur para obtener información sobre la distribución y estado actual de la hormiga de fuego importada. Esta pequeña plaga de la América del Sur, descubierta por primera vez cerca de Mobile, Alabama, hacia 1918, se ha propagado y aumentado a tal grado, que los ciudadanos que viven en las áreas infestadas han solicitado que se dicten medidas para su represión. Las inspecciones, iniciadas en 1949, han demostrado que la plaga está extensamente distribuida en Alabama y Mississippi y que es menos abundante en Florida, Georgia, Arkansas, Tennessee y Louisiana. Las observaciones efectuadas sugieren también que los envíos de material de viveros pueden ser un medio común de propagación de la hormiga.

SE HAN LLEVADO A CABO EXTENSAS INSPECCIONES de insectos que atacan

determinada cosecha o grupo de cosechas. Durante la Segunda Guerra Mundial las existencias de insecticidas para las plagas de insectos de las cosechas esenciales eran escasas, y casi todos los materiales básicos necesarios para la fabricación de insecticidas quedaron bajo un control de distribución. Por tanto, tenían que conservarse las existencias y emplear las cantidades disponibles solamente para las necesidades más urgentes de las cosechas bajo las más altas prioridades. Como parte del esfuerzo para hacer el mejor uso de los insecticidas y del equipo relativo, el Departamento de Agricultura, en compensación con otras agencias federales y estatales y con la industria, instituyó inspecciones especiales de las plagas de insectos del algodón, cosechas de mercado y frutas y de los requisitos necesarios para su represión.

Siempre que fue posible se hizo un esfuerzo especial para anticiparse al desarrollo de las infestaciones. La información obtenida con las inspecciones se hizo circular semanalmente o con más frecuencia a todas aquellas personas y agencias interesadas en la planeación de programas y en aconsejar a los agricultores sobre la forma de proteger las cosechas. Se indicaban las localidades en donde estaban atacando cantidades peligrosas de insectos, o era probable que atacaran a determinadas cosechas, la existencia local o regional de los insecticidas necesarios y el equipo disponible. Los funcionarios de las organizaciones de extensión hacían conocer con toda rapidez a los agricultores la situación en áreas locales mediante avisos en la radio, en los periódicos y por correspondencia. Los funcionarios federales utilizaban la información obtenida de las inspecciones para ayudar a la industria a obtener suministros de los materiales básicos necesarios para la producción de cantidades adicionales de insecticidas o equipo y dirigían a la industria en la distribución de las limitadas existencias para afrontar situaciones de emergencia.

La situación de emergencia en relación con la disponibilidad de los insecticidas y equipo constituyó un importante problema para los productores de algodón, legumbres, frutas y otras cosechas agrícolas esenciales, siendo necesario continuar las inspecciones de este tipo. Por ejemplo, los entomólogos de New York sabían que el escarabajo mexicano de la judía comenzó a invernar en el otoño de 1949 en cantidades mayores que nunca. Sabían también que debido al invierno benigno y a un porcentaje extraordinariamente alto de los escarabajos, éstos sobrevivirían probablemente para infestar la cosecha de judías secas de los Estados Unidos de Norteamérica que tenía un valor de 13 millones de dólares en 1950. Los funcionarios estatales efectuaron inspecciones en junio de 1950 para determinar si los escarabajos se encontraban presentes en las judías en cantidad suficiente para amenazar la cosecha. Los recuentos de insectos hechos en 15 Condados mostraron que el escarabajo había sobrevivido al invierno en cantidades tales que hacía necesaria la aplicación de medidas de represión para evitar graves daños. Se desarrolló inmediatamente una intensa campaña de represión, y la evaluación de los resultados de las inspecciones indicó que los cultivadores de judías secas de New York obtuvieron una utilidad de 3.014,094 dólares con un gasto de 785,162 dólares por los insecticidas y mano de obra necesaria para aplicarlos.

Diversos Estados efectúan actualmente inspecciones de las plagas de insectos de las legumbres, frutas, cereales y cosechas forrajeras, así como del algodón, y publican los resultados con toda rapidez mediante informes periódicos. En esa forma los agentes de Condado, otros consejeros agrícolas y los agricultores están informados del estado de las condiciones de los insectos en sus áreas respectivas. La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, por medio de sus oficinas de campo, recoge los datos de las inspecciones efectuadas por los diferentes Estados, los compendia y distribuye mediante boletines semanales que muestran las condiciones de los insectos en todo el país en relación con esas cosechas.

La inspección de los insectos del algodón ha dado por resultado un gran incremento en el empleo de métodos de represión. El número de agricultores que emplean medidas de represión en la zona algodonera ha aumentado más de 100% desde 1945 como resultado del programa de dirección que las inspecciones han hecho posible. La inspección de los insectos del algodón se ha convertido en un servicio directivo para los agricultores y para todos aquellos que están asociados con la producción del algodón y con la fabricación de insecticidas químicos.

Un tipo directivo de inspecciones muy semejante a los que hemos mencionado, aconseja a los agricultores sobre la oportunidad de las aplicaciones de insecticidas. Un ejemplo de ello es la inspección efectuada en relación con el picudo europeo del maíz, que se llevó a cabo primeramente en 1948 por las estaciones agrícolas experimentales de Illinois, Iowa, Minnesota y Wisconsin y por el Departamento de Agricultura y que más tarde se extendió hasta incluir diez Estados más. La investigación ha demostrado que pueden disminuirse las pérdidas causadas por este insecto mediante el empleo adecuado de insecticidas, pero que los conocimientos precisos sobre el desarrollo de los huevos y larvas del picudo del algodón son esenciales, porque el período en que puede ser efectiva la represión es muy corto y la oportunidad de las aplicaciones de insecticidas tiene una exactitud crítica. Los agricultores no pueden determinar actualmente ese desarrollo con toda precisión, pero cada semana o más a menudo los funcionarios de los servicios estatales de extensión los informan por medio de la radio y los periódicos basándose en informaciones de campo obtenidas por personal adiestrado para ayudarlos a llevar a cabo medidas de represión en aquellas áreas en donde las cosechas de maíz se encuentran amenazadas. Una inspección cooperativa de este tipo, efectuada en 1940 en dos Estados, ayudó a evitar que se perdieran unos 10 millones de *bushels* de maíz debido a los ataques del picudo. Estas inspecciones ayudan también a evitar el empleo indebido de insecticidas por los agricultores y el costo de aplicaciones innecesarias al informarles que el grado de infestación en su localidad no justifica esos tratamientos, o que ha pasado el tiempo para lograr una represión efectiva.

La inspección de plagas que ocurren en brotes periódicos constituye la base para la planeación de programas de represión regionales o nacionales, cooperativos o voluntarios. Los saltamontes y los grillos mormones, los pulgones, la mosca cecidomia y los gusanos espirales son algunas de las plagas que combaten. Las inspecciones varían de acuerdo con el problema especial, pero todas se llevan a cabo en forma cooperativa por agencias federales o estatales. La inspección anual de los saltamontes, por ejemplo, se lleva a cabo para suministrar con anticipación un cuadro general de la infestación que se espera, como base para planear las medidas de represión para la estación siguiente. El conocimiento obtenido por medio de las inspecciones de las poblaciones de saltamontes adultos y más tarde de sus huevos, se tabula durante el invierno y permite a las agencias encargadas de la represión que planeen sus necesidades para el año siguiente. Se determina así la población actual de saltamontes mediante inspecciones en la primavera, después de que el tiempo y los enemigos naturales han ejercido su influencia. Las inspecciones posteriores después de aplicar las medidas de represión suministran informaciones relativas a la efectividad y cobertura de esa represión, efectividad de los resultados y necesidad de cambios en las dosis de insecticidas, métodos de aplicación u otros procedimientos.

Las inspecciones efectuadas en relación con medidas de reglamentación son las más comunes y suministran la base para la promulgación de cuarentenas estatales o federales contra determinadas plagas. La mayoría de esas inspecciones

tiene por objeto delimitar el área de infestación, y pueden comprender la inspección de plantas, los productos de ellas, la tierra u otras materias, para determinar las formas de propagación de cierta plaga. Como ejemplos se citan las inspecciones de las mariposas gitana y de cola café, del escarabajo japonés, del escarabajo de orilla blanca, del picudo de la batata y del gusano cilíndrico de la papa. Esas inspecciones se llevan a cabo generalmente por unidades federales o estatales y a menudo se emplean métodos y equipo especiales, tales como trampas y señuelos. Por ejemplo, cada verano se colocan trampas con cebos de una sustancia que atrae los adultos del escarabajo japonés cerca de los aeropuertos y otros puntos estratégicos fuera de las áreas reglamentadas para descubrir nuevas infestaciones que puedan originarse por insectos que se escapen de los aviones. En la inspección efectuada para precisar la distribución y propagación del gusano rosado se han perfeccionado máquinas especiales que eliminan cualquier ejemplar del gusano del desperdicio que se remueve con regularidad de la semilla de algodón durante el proceso de descascarado. El examen de las muestras recolectadas proporciona un método sencillo y eficaz de descubrir la presencia del insecto.

La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas efectuó en 1943-1945 una inspección especial de plagas de insectos y enfermedades de plantas en la vecindad de los puertos de entrada. El proyecto, que constituía una medida nacional de defensa, se llevó a cabo debido a la creencia de que el gran incremento del tráfico con el extranjero durante la Segunda Guerra Mundial podría haber ocasionado la entrada y establecimiento de nuevas plagas agrícolas del extranjero en las áreas portuarias. Comprendió una intensa inspección de plantas cultivadas, cosechas de campo, huertos, jardines domésticos, plantas de ornato y nativas. Se dio especial atención a plantas silvestres de familias estrechamente relacionadas con importantes cosechas de cultivo y se concentró la búsqueda en los Estados a lo largo de las costas del Este y del Oeste, de la del Golfo y de la frontera con México. Los trabajos principales se efectuaron en el sur de California, en el valle del Río Grande y en los Estados vecinos al Golfo de México, en donde las cuadrillas de inspectores trabajaron todo el año.

Se establecieron y mantuvieron relaciones de trabajo cooperativo con los funcionarios de las juntas de plantas y departamentos de agricultura en todos los Estados donde se llevó a cabo la inspección. Al llegar a una ciudad portuaria, las cuadrillas de inspectores se ponían desde luego en contacto con las autoridades portuarias locales y con los agentes del Condado. Las inspecciones se iniciaban cerca de los puertos y aeropuertos, incluyendo luego los jardines en áreas residenciales adyacentes a esas localidades y extendiéndose gradualmente a todas las áreas agrícolas vecinas hasta que se cubrían en forma general toda la línea costera y las riberas de los ríos navegables o de los lagos. Se examinaron todas las partes de las plantas para ver si tenían insectos, aunque generalmente se dio mayor atención al follaje y a las frutas. Se entregaron a especialistas para su identificación casi 32,000 lotes de muestras de insectos, y de entre ellos se clasificaron alrededor de 3,500 especies diferentes de insectos que se alimentan en las plantas. Muchos otros se identificaron por familias o géneros, y la inspección descubrió por lo menos 41 insectos que no se conocían antes en los Estados Unidos de Norteamérica, pero afortunadamente sólo unos cuantos eran plagas extranjeras de importancia agrícola. Sólo se encontraron 7 especies introducidas de insectos que se reconocen como de importancia económica en sus países de probable origen y que, por tanto, podrían considerarse de importancia potencial inmediata para la economía agrícola de nuestro país, encontrándose todos ellos en Florida y Texas, reconociéndose como plagas en las Indias Occidentales y en países al sur de la frontera mexicana. Entre los muchos ejemplares recolectados,

los taxonomistas encontraron unas 46 especies nuevas, es decir, desconocidas para la ciencia, y 82 especies que se consideran como posiblemente nuevas. Además, los datos obtenidos de la inspección establecieron nuevos registros de distribución estatal por lo menos para 33 especies de insectos que se sabía previamente que ocurrían en otras partes de este país, e innumerables registros de nuevas localidades para muchos otros. La revisión de los resultados de este proyecto, que sólo necesitó dos años y que se llevó a cabo en una área relativamente limitada, demuestra que sabemos muy poco sobre cuántas especies de plagas de insectos ocurren en nuestro país y que nuestros conocimientos actuales en relación con la distribución de la mayoría de esas plagas de insectos están muy lejos de ser completos. Las intensas y sistemáticas investigaciones de este tipo son los únicos medios satisfactorios de llenar estos importantes huecos en nuestro conocimiento de los insectos que trabajan sin ruido en nuestros jardines, campos y huertos.

La compilación de los insectos que se sabe que existen en cierto Estado o localidad tiene gran valor cuando se necesita una pronta información sobre la distribución, existencia en las diversas estaciones, relaciones con las plantas huéspedes e importancia económica de una especie. Esas listas sólo pueden prepararse contando con registros precisos que se conservan a través de los años, con ejemplares identificados de modo auténtico, suplementados con la compilación de registros semejantes en la literatura entomológica. Los Estados de New Jersey, New York, Connecticut, North Carolina y Kansas han publicado valiosas listas de este tipo.

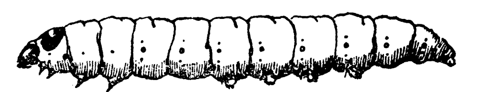
Se ha llevado a cabo una inspección federal de plagas de insectos desde 1921. Ese servicio se estableció para suministrar un medio de que todos los entomólogos estuvieran en estrecho contacto con las actuales condiciones de los insectos en todo el país y para servir de depósito a las diferentes observaciones de campo que anteriormente quedaban disponibles a sólo unas cuantas personas. Se ha alentado a los colaboradores, principalmente los entomólogos estatales y de las estaciones agrícolas experimentales, universidades y colegios agrícolas estatales e investigadores entomológicos federales, para que envíen notas o informes de sus observaciones relacionadas con la ocurrencia, abundancia, distribución, capacidad destructora y relación con plantas huéspedes de las plagas de insectos en todo el país. A su recibo en el departamento de inspección de plagas de insectos de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en Washington, 25, D. C., los datos se analizan y se extractan, y aquella información que se cree que tiene valor permanente se archiva de modo que quede fácilmente disponible. Se conserva un índice de referencias cruzadas de todos los insectos que se sabe que afectan a cualquier especie de planta dada. Desde mayo de 1921 hasta mayo de 1942 se compiló y publicó mensualmente un boletín conocido con el nombre de *Boletín de Inspecciones de Plagas de Insectos,* y a fines de cada año se editó un sumario anual sobre condiciones de insectos para proporcionar a los entomólogos investigadores información sobre la distribución, abundancia y capacidad destructora de las plagas de insectos en el país. De tiempo en tiempo se publica información más detallada sobre la ecología, distribución y capacidad destructora de determinadas plagas de gran importancia económica tales como el picudo europeo del maíz, el escarabajo japonés y otros, en forma de suplementos especiales. Estas actividades disminuyeron en 1942 debido a la falta de fondos, y se suspendió la publicación del *Boletín* ya mencionado, habiéndose reemplazado con breves informes mensuales y anuales que compendian la información disponible sobre la situación de las plagas de mayor importancia económica.

En 1951 se invitó a las agencias agrícolas de cada Estado para participar en un plan para hacer más útil ese servicio para todos los trabajadores agrícolas del país, y como resultado, desde julio de 1951, hay información disponible cada dos semanas sobre la situación de los insectos de mayor importancia económica por medio de un informe que se conoce con el nombre de *Informe Cooperativo sobre Insectos Económicos*, publicado por la mencionada Oficina.

Un anexo de este servicio ha sido la acumulación a través de los años de un índice de datos sobre la ocurrencia, distribución, ecología y relación de plantas huéspedes de más de 23,000 especies de insectos conocidos que ocurren en este país, al que se agregan datos adicionales cada año. Los registros se catalogan en tal forma que puedan suministrar información rápida sobre la ocurrencia de cualquier plaga específica en un Estado o condado determinado o su distribución nacional para contestar las numerosas peticiones que se reciben de los investigadores federales y estatales. Se ha formado también un índice de plantas huéspedes en el que se ha registrado cada especie de insectos, así como los que se sabe que atacan a determinadas plantas de importancia económica, índice que se mantiene al corriente.

Se ha hecho un buen principio en relación con el registro de datos pertinentes relativos a los registros de plagas de insectos en países extranjeros. Se han archivado notas sobre más de 30,000 de esas especies, obtenidas como resultado de la revisión y extractación de literatura publicada en la *Revista de Entomología Aplicada* desde 1941. Les datos constituyen una fuente de referencia inmediata que es muy necesaria en relación con las actividades de cuarentena en plantas que vienen del extranjero y constituye una fuente de información cuando se encuentran infestaciones de nuevas plagas del extranjero en los Estados Unidos de Norteamérica. El trabajo se suspendió en 1942 debido a la restricción de fondos.

Es IMPORTANTE LA COOPERACIÓN DE TODAS LAS AGENCIAS interesadas para que una inspección de insectos tenga éxito, ya que el conjunto de informaciones obtenidas por medio de los esfuerzos individuales evita duplicaciones y permite una mayor y más completa cobertura de una área por medio de una inspección con menor esfuerzo y costo. Es por ello que las investigaciones de insectos más efectivas en este país se llevan a cabo en forma cooperativa por las agencias entomológicas estatales y federales y a veces se solicita la ayuda de funcionarios agrícolas de países extranjeros. Las investigaciones más precisas se llevan a cabo por investigadores bien adiestrados o por grupos de investigadores de campo que trabajan bajo la estrecha supervisión del personal ya citado. Los investigadores adiestrados en forma adecuada se encuentran perfectamente familiarizados con el insecto o insectos de que se trata y conocen los hechos esenciales de su historia, plantas en que se alimentan y hábitos. Saben cómo descubrir una plaga nueva en una área, cómo medir la abundancia de insectos en relación con los daños o con el valor de las cosechas y cómo determinar el grado de destrucción que es posible que resulte de una infestación de cierta intensidad. Saben también dónde buscar y lo que hay que buscar. Saben que los centros de transportación, especialmente los que están asociados al comercio extranjero o al movimiento de productos agrícolas, son fuentes más probables de nuevas infestaciones. Para que sea efectiva, una inspección de insectos requiere una cuidadosa planeación anticipada con las facilidades necesarias para asegurar el registro adecuado de los datos esenciales y para desechar los que no lo son y que sólo sirven para entorpecer los archivos.



Gusano cilíndrico de la papa.

Las inspecciones son la base de los programas inteligentes para la represión de insectos, ya sea en un surco de judías rastreras en el huerto casero o un programa de represión de los saltamontes en varios Estados. A fin de saber qué medidas se requieren y cuándo deben aplicarse, hay que examinar primeramente la situación para estar seguros de la plaga que hay que combatir y de si ocurre en número suficiente para garantizar su tratamiento. Las inspecciones son el único medio seguro de obtener esa información, y son esenciales, sin considerar su clase, costo o trabajo, si queremos conservar la ofensiva en la constante lucha contra nuestros enemigos los insectos.

G. J. HAEUSSLER, *graduado de la Universidad de Massachusetts, se unió al Departamento en 1925. Durante dieciséis años se encargó de las investigaciones sobre la represión biológica de insectos de las frutas, y en relación con ese trabajo estuvo tres años en el sur de Europa y dos años en Japón estudiando la mariposa oriental de la fruta y sus enemigos naturales. Estuvo a cargo de la división de inspección e información de insectos de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1944 a 1951, cuando fue nombrado jefe de la división de investigaciones sobre cosechas de mercado e insectos de jardín de la misma Oficina.*

R. W. LEIBY *es profesor de entomología económica en la Universidad de Cornell y anteriormente fue entomólogo del Estado de North Carolina, en donde efectuó investigaciones sobre entomología económica y posteriormente estuvo a cargo de los trabajos sobre cuarentena de plantas. En North Carolina se interesó en forma muy activa en las inspecciones de insectos y contribuyó a la formación y publicación de las listas de insectos de aquel Estado.*

La industria de insecticidas

Lea S. Hitchner

LA INDUSTRIA de insecticidas en la actualidad comprende más de 50 productores o fabricantes básicos y más de 500 formulistas, mezcladores y procesadores. De sus plantas en todo el país sale una gran variedad de insecticidas y productos relativos.

Los productos, con excepción de aquellos que se derivan de fuentes botánicas, se originan en las sustancias químicas básicas en las que se ha fundado la industria, pero los procedimientos que convierten las materias primas en productos terminados que se emplean por los agricultores son dilatados, altamente científicos y muy costosos tanto en inversión de capital como en costos de operación.

La industria emplea miles de técnicos en los campos de la entomología, patología de plantas, botánica, toxicología, medicina, química e ingeniería química, miles de trabajadores capacitados o semicapacitados en las fábricas y miles de hombres responsables de las ventas, ya sea como empleados de la industria o como distribuidores que venden directamente a los agricultores y a los demás consumidores.

La demanda de estos productos ha aumentado hasta el punto de que las ventas anuales llegan por lo menos a 200 millones de dólares, suma que se paga por los cientos de productos que ha desarrollado, producido y distribuido la industria a los agricultores en cada uno de nuestros Estados y en muchos países

extranjeros. Esos productos incluyen insecticidas, fungicidas, destructores de hierbas, rodenticidas, defoliantes y hormonas de plantas. Nunca había estado el agricultor tan bien dotado para la lucha contra los insectos y otras plagas.

Damos algunos ejemplos de la efectividad de los productos: los cultivadores de chícharos en Wisconsin obtuvieron en un año reciente una utilidad de 6 dólares por cada dólar invertido en la represión de insectos. Los insecticidas aumentaron en 15% el rendimiento y pusieron casi 2 millones de dólares extra en las bolsas de los cultivadores. En Mississippi se habría destruido por lo menos el 75% de la cosecha de algodón de 1950 si no hubiera sido por la represión de insectos lograda con el empleo de los productos de la industria. Los insecticidas empleados en Nebraska para reprimir los saltamontes en 1949 produjeron ahorros que se calculan en 2 millones de dólares. Los tratamientos con insecticidas de la alfalfa cultivada para producción de semilla en diversos Estados han duplicado el rendimiento.

Uno de los factores entre los muchos que explican la alta productividad de la agricultura norteamericana es la guerra cooperativa que se hace a los insectos y a otras plagas. La industria de sustancias químicas agrícolas ha visto con beneplácito la oportunidad de cooperar con las agencias federales y estatales y con las organizaciones agrícolas en este importante trabajo, aceptando la responsabilidad de desarrollar, producir y suministrar los plaguicidas necesarios.

Esta es una grave responsabilidad aun en tiempos normales y se agudiza mucho más en tiempos de emergencia nacional, cuando la escasez de materias primas, de recipientes, de personal y de transportación puede dificultar la producción y la distribución.

La industria ha recorrido un largo camino desde 1880 cuando su desarrollo comenzó a tener verdadero impacto en la agricultura norteamericana. Es cierto que el empleo de sustancias químicas para la destrucción de insectos data por lo menos de un siglo y desde mucho tiempo antes el hombre había declarado la guerra a los insectos que lo perjudican desde tiempo inmemorial.

Entre las primeras constancias de la represión de insectos está el relato bíblico del profeta Amos que estaba "vestido de sicomoros". Fue uno de los primeros que trepaban regularmente a los sicomoros para apretar los extremos de los frutos tiernos, semejantes a higos, esperando destruir así los insectos que se encontraban comúnmente en ese sitio. Durante miles de años la represión de los insectos y de las enfermedades fue casi en su totalidad trabajo de adivinación, pudiendo decirse prácticamente que no existía, con la sola excepción de la represión mecánica como la que se dice que efectuaba Amos, suplementada con un sistema errático de rotación de cultivos.

El primer caso de represión química efectiva data de 1882, cuando un francés, Millardet, descubrió accidentalmente lo que ahora se conoce con el nombre de caldo bordelés. Hace 60 años la mayoría de los materiales empleados para la represión de plagas eran sustancias químicas tales como el verde de paris o el púrpura de londres, empleadas principalmente en otras industrias, que se descubrió accidentalmente que eran eficaces contra los insectos.

PROBABLEMENTE EL PRIMER INSECTICIDA que fuera resultado de una fabricación planeada deliberadamente fue el arseniato de calcio, llamado a ser uno de los materiales más extensamente empleados en toda la nación y que jugó un papel especial en la represión del picudo del algodón en el Sur.

William C. Piver fue el tipo de comerciante joven y emprendedor en la industria. En los primeros 5 años después de su graduación en la Universidad de North Carolina, Piver tomó parte en una de las primeras campañas de promoción del arseniato de calcio, y pensó en la posibilidad de producir esa sustancia para utilizarla como insecticida, razonando que los insecticidas arseni-

cales que entonces se empleaban debían su eficacia principalmente al hecho de que contenían arsénico, a pesar de los cual el verde de paris era costoso porque contenía también cobre y una gran parte del costo del arseniato de plomo se debía a su contenido de ese metal. Por tanto, comenzó a buscar la forma de combinar el arsénico con una base abundante y barata como la cal.

El primer aparato experimental de Piver estaba escondido debajo de su cama en una casa de huéspedes donde habitaba, porque la dueña no toleraba sustancias químicas venenosas o explosivas en su casa. Trabajaba por las noches y su progreso era muy lento, pues prácticamente no pudo encontrar nada que lo guiara en la literatura técnica de entonces, pero perseveró en su empeño y finalmente pudo producir muestras de laboratorio de arseniato de calcio, aunque sólo en cantidades de unas cuantas libras. Siguieron los estudios e investigaciones posteriores, hasta que se produjo en 1912 la primera cantidad comercial de arseniato de calcio, que se envió en forma de polvo a un distribuidor de Houston, Texas. El envío estaba destinado a la represión del gusano de la hoja del algodón, ya que el picudo no era entonces la grave plaga del Sur en que se cenvirtió más tarde.

Se enviaron también cantidades de arseniato de calcio a los cultivadores de papas de Virginia y a los de manzanas de la Nueva Escocia. Basándose en los resultados obtenidos por los cultivadores de Virginia, Piver comenzó a vender el arseniato de calcio a los cultivadores de papas de New Jersey, pero no todos los resultados iniciales fueron buenos.

En 1915 la empresa de Piver tenía 21 clientes, que habían aumentado a 55 en 1916, y para entonces el picudo era ya una seria amenaza para el algodón. Los entomólogos aceptaron el reto, efectuando extensos experimentos con el arseniato de calcio. Basándose en las pruebas del gobierno, un entomólogo federal telegrafió en 1918 a Piver pidiéndole 40 toneladas de arseniato de calcio, el pedido más grande que había recibido hasta entonces, y mayor en un tercio que su más alta producción anual hasta ese momento. Ese pedido casi fue su ruina. Tuvo que obtener autorización de la Junta Directiva de su empresa para fabricar una cantidad tan grande, porque había tantos fracasos en la producción de aquel entonces que los patios traseros estaban atestados de mezclas desechadas que se habían vaciado de los tanques y que se secaban al sol. Decían que estaba "malgastando los recursos de la Compañía", pero triunfó en su empeño, se confeccionó el pedido y se envió al Sur. Los entomólogos profesionales se dieron cuenta muy pronto de las posibilidades que ofrecía el arseniato de calcio como insecticida.

Más o menos en el mismo tiempo que la empresa de Piver iniciaba sus actividades, W. D. Hunter, a quien el Departamento de Agricultura había encargado de las investigaciones sobre las cosechas de campo en el Sur, y B. R. Coad, encargado del laboratorio de Tallulah, Louisiana, comenzaron una serie de extensos estudios sobre el empleo del arseniato de calcio para la represión de insectos. Ese trabajo experimental continuó durante muchos años y se le puede atribuir gran parte del desarrollo y del empleo de esa sustancia.

La típica investigación del desarrollo de otros productos por la industria es la que se efectuó a principios de la década de 1920 y que dio por resultado la venta en escala comercial de los aceites para aspersiones de verano que ahora se emplean extensamente en cosechas frutales. Muchos consideran al finado William Hunter Volck como uno de los que más contribuyeron a estas actividades. Comenzó sus trabajos sobre aceites para aspersiones en 1902, en colaboración con C. W. Woodworth, de la Universidad de California, y continuó desde entonces sus estudios sobre los productos aceitíferos derivados del petróleo. Volck creó una serie de aceites para aspersiones, entre los que incluyó en el

año de 1924 los aceites de verano que pueden emplearse en el follaje. Descubrió también emulsiones de acción rápida, y en colaboración con Hugh Knight y otros, diversos aceites de verano que contenían venenos, así como productos emulsificantes aceitíferos.

Si se quisieran citar los nombres de todas las empresas industriales, técnicos e investigadores de las universidades y del gobierno que han contribuido al desarrollo de los plaguicidas aceitíferos derivados del petróleo, la lista comprendería los nombres de muchas personas prominentes en el campo de la investigación en nuestro país. Actualmente se emplean cerca de 85 millones de galones de productos aceitíferos derivados del petróleo en la agricultura para la represión de plagas y hierbas.

El crecimiento de la industria puede dividirse en dos períodos, el primero que comprende desde el desarrollo del arseniato de calcio hasta el comienzo de la Segunda Guerra Mundial, y el segundo desde esa época hasta el presente. Durante el primer período la industria lanzó al mercado varios productos eficaces, adaptables a una amplia gama de cosechas e insectos, arseniato de calcio, arseniato de plomo, azufre, nicotina, rotenona, piretro, criolita y diversos compuestos de cobre. El número de fabricantes aumentó a más de 35, que dieren empleo a entomólogos, patólogos de plantas y toxicólogos. Continuó el trabajo cooperativo entre las empresas y los entomólogos federales y estatales, y las ventas de insecticidas alcanzaron la cifra de 75 a 100 millones de dólares anuales. Se mejoró notablemente la calidad de los productos agrícolas, se hizo posible una mayor concentración de producción de cosechas y se aumentó considerablemente el área disponible para esa producción.

Mirando hacia atrás, muchos creen que esa época fue fecunda en contribuciones que dieron como resultado una agricultura más eficiente. Entre los precursores se encuentran A. P. y David Ambacher y Fred L. Lavenburg, que trabajaron con el verde de paris; James A. Blanchard, también con el verde de paris; B. G. Pratt, en aceites mezclables, y Thomas Grasselli, Arthur Kent, Frank Hemingway, C. D. Vreeland y George A. Martin, en arseniato de plomo. Además de Piver, Theodore Dosch, Ernest Hart y Fred Moburg se identifican con el desarrollo del arseniato de calcio; George F. Leonard y Charles Taylor, con el sulfato de nicotina; William Rose, Edward Mechling, Herbert Dow, Gerald Cushman, R. W. Scott, Arthur Stern y otros, con los compuestos de arsénico y otros productos.

A veces se llama a la segunda fase la era de los insecticidas orgánicos. Esa época recibió el estímulo de las investigaciones de guerra y de la necesidad y ocasionó un gran aumento en el número de productos que quedaron a disposición de los cultivadores.

El desarrollo del DDT ejemplifica la aceleración en un corto período de tiempo de investigaciones que podrían normalmente haber necesitado años. Algunas autoridades han dicho que los principales descubrimientos en medicina preventiva y curativa durante la guerra fueron el DDT, el plasma y la penicilina.

En reconocimiento a su notable labor en el desarrollo del DDT como insecticida, se concedió en 1948 al doctor Paul Müller, de la empresa J. R. Geigy, S. A., de Basilea, Suiza, el Premio Nóbel de Fisiología y Medicina. En 1939 la cosecha de papas de Suiza quedó seriamente amenazada por el escarabajo de Colorado de la papa. La empresa suiza citada puso a la disposición de los entomólogos de aquel país una muestra de DDT para someterla a prueba. Los resultados de las primeras pruebas contra el escarabajo de Colorado de la papa confirmaron los descubrimientos de la empresa y culminaron en la represión de ese perjudicial insecto. Muy pronto se descubrió la eficacia del DDT contra otras plagas de insectos destructores.

La historia del toxafeno constituye un buen ejemplo del modo en que la industria de insecticidas desarrolla un nuevo producto para llenar una necesidad especial. Los polvos y aspersiones de toxafeno se emplean para matar insectos del algodón, saltamontes y gran número de otras plagas. Un químico de la empresa Hércules Powder Co. concibió la idea de que podrían encontrarse sustancias tóxicas para los insectos en los productos de terpina altamente clorinados. Se conocían bastante bien las terpinas clorinadas con un contenido relativamente bajo de clorina, pero se sabía muy poco sobre esas mismas sustancias con un alto contenido de clorina.

Sintetizando cierto número de diversas terpinas clorinadas con varios grados de clorinación y sometiéndolas a pruebas de rutina contra la mosca casera, descubrió que cuando el camfeno, un hidrocarbón bicíclico de terpina de fórmula $C_{10}H_{16}$ se clorinaba a más de 60% resultaba un producto especial semejante a cera, de muy buena estabilidad y gran actividad insecticida contra la mosca casera. Cuando las pruebas incluyeron plagas agrícolas, encontró que esa gran actividad era aún más pronunciada.

La formulación de la sustancia en material de fumigaciones, polvos humedecibles, emulsiones y concentrados solubles en aceite fue de gran importancia y se iniciaron numerosos trabajos de aplicación. Se calculó que serían necesarias 150,000 libras de toxafeno para efectuar extensas pruebas en el campo y se estableció una planta piloto para fabricarlo en Brunswick, Georgia. En 1947 se produjeron por primera vez cantidades de toxafeno suficientes para el consumo comercial. Las pruebas han continuado desde entonces y se ha encontrado que el insecticida es eficaz contra muchas plagas, iniciándose la construcción de otra planta para la fabricación de toxafeno en el Sur.

En 1949, a solicitud del Departamento de Agricultura, se liberó el nombre comercial de toxafeno a fin de que pudiera emplearse comúnmente para camfenos clorinados con un contenido de clorina de 67-69%.

En las investigaciones efectuadas durante la guerra se seleccionaron muchas sustancias químicas en relación con su eficacia, habiéndose encontrado que varios compuestos de fósforo tenían propiedades insecticidas. Pronto estuvieron en el mercado el hexaetil tetrafosfato, el tetraetil pirofosfato y el parathion, que son eficaces contra muchas plagas que no reprimían las sustancias conocidas hasta entonces, lo que ha hecho que se pongan a la venta en el mercado, aun cuando requieren precauciones especiales en su fabricación y empleo.

En la producción y venta del parathion, por ejemplo, se han llevado a cabo notables trabajos para asegurar su manejo sin peligro. El material técnico se envía en tambores soldados diseñados especialmente, y como una precaución adicional para los que lo manejan, se redujo el tamaño de esos tambores de 500 a 280 libras como medida adicional contra accidentes. Las empresas que fabrican la sustancia limitaron su venta a los procesadores que demostraron tener el equipo adecuado para dosificar el parathion, y sus departamentos de higiene industrial se interesaron activamente en el manejo de la sustancia desde aquel entonces y hasta la fecha continúan cooperando con los procesadores para cerciorarse de la seguridad en su manejo y distribución.

Además de lo anterior las empresas trabajaron en estrecha colaboración con las diferentes agencias gubernamentales y diseñaron un modelo de marbete que deberían seguir todos los que se ocupan de la formulación final del insecticida. Prepararon también manuales para los cultivadores y medidas de seguridad para el empleo de la sustancia.

Doy sólo un ligero esbozo de los esfuerzos de las Compañías que fabrican insecticidas para cerciorarse de la seguridad en el empleo de un producto, esfuerzos que comprenden estudios toxicológicos, pruebas de laboratorio y de campo, análisis químicos y muchas otras costosas y laboriosas actividades. Sin

embargo, el consumidor obtiene las sustancias a precios suficientemente bajos para que resulte costeable su empleo.

Muchas de las empresas someten a prueba 10,000 sustancias químicas o más en un año en la búsqueda de nuevos y eficaces productos. A menudo se hace una selección entre decenas de miles de sustancias químicas antes de que se encuentren una o dos que parecen aceptables. Cuando se descubre un material que parece tener posibilidades, se somete a escrutinio inmediato por un grupo de técnicos. Si parece posible que los insectos que tratan de reprimirse y el costo de producción puedan crear un nuevo campo para su empleo o mejoren la represión que resulte del empleo de productos ya existentes, la sustancia se somete a una serie de intensas pruebas. Puede probarse en los invernaderos del fabricante y en granjas experimentales para verificar su eficacia como insecticida y su reacción en las cosechas que van a tratarse. Al mismo tiempo se estudia por los toxicólogos de la empresa y por los laboratorios toxicológicos de todo el país. Se coordinan las pruebas entomológicas y toxicológicas en forma tal que los datos que muestran los insectos que pueden reprimirse y las precauciones que deben observarse para su empleo estén disponibles aproximadamente al mismo tiempo, hasta donde esto es posible. A menudo se necesitan años enteros para obtener datos adecuados.

A causa de la naturaleza competitiva de la industria no se da publicidad a la mayoría de esta información. No tengo idea del número de laboratorios encargados de efectuar investigaciones sobre la toxicidad de sustancias químicas agrícolas. Los toxicólogos calculan que hay muy cerca de 25 de esos laboratorios y que todos están trabajando a plena capacidad.

Se calcula también que cada año se estudian en forma minuciosa de 10 a 20 nuevas sustancias químicas agrícolas en los Estados Unidos de Norteamérica para determinar sus riesgos tóxicos. No todas ellas llegan finalmente al mercado en grandes cantidades. Probablemente se hacen ciertos estudios de 500 ó 1,000 nuevos productos cada año en sus primeras etapas de desarrollo, pero se abandonan más tarde por varias razones. La investigación toxicológica de una sustancia química que no implica riesgos en los residuos alimenticios cuesta probablemente no menos de 5,000 dólares, pero otras veces, cuando ocurren residuos de la sustancia química en los productos alimenticios el costo excede a menudo de 20,000 dólares.

Una encuesta entre 20 fabricantes puso al descubierto que sus gastos de investigación anuales, incluyendo estudios toxicológicos, llegan casi a 4 millones de dólares. Esos estudios representan un trabajo fundamental encaminado a proteger la salud de todas las partes interesadas: los trabajadores de las fábricas, los agricultores que aplican el producto y los consumidores que compran y consumen los artículos que han sido rociados y espolvoreados.

Es por esta razón que la industria ha apoyado la legislación estatal y federal que reglamenta la distribución y empleo de insecticidas, fungicidas y productos relativos.

La industria está reglamentada en niveles estatales y nacionales. Muchas leyes estatales, algunas de ellas contradictorias, constituyen un problema para la industria, cuyos componentes venden a menudo sus productos en todo el país. Muchos Estados han tratado de promulgar una legislación uniforme y la industria ha colaborado en ese sentido con los Consejos de Gobierno Estatales, con el Departamento de Agricultura, con la Asociación Nacional de Comisionados y con los funcionarios de reglamentación federales y estatales. Los esfuerzos combinados de esos grupos han dado origen a la Ley Estatal Uniforme sobre Insecticidas, Fungicidas y Rodenticidas que ha sido promulgada con tal carácter por 19 Estados; 21 Estados más tienen leyes diferentes sobre plaguicidas. La

industria cree que la promulgación de una ley uniforme por el mayor número de Estados será más conveniente para el interés público. La industria apoya también en forma activa la propuesta Ley Uniforme para Aplicadores Especializados, que fue planeada por el Consejo de Gobierno Estatal y otros grupos interesados. Su propósito es promover la seguridad en la aplicación de plaguicidas desde el aire y por otros medios.

La industria de química agrícola ha hecho notables progresos, pero no se conforma simplemente con pensar en ellos, sino que ha intensificado sus investigaciones con mayor énfasis en los estudios fundamentales. Se han hecho considerables inversiones de capital en nuevas plantas y se están mejorando constantemente las técnicas de fabricación y procedimientos, estableciéndose métodos de distribución más eficientes. Los estudios toxicológicos y los programas educativos tienden más y más a la salvaguarda de los que emplean esos productos y del público en general.

Lea S. Hitchner *es secretario ejecutivo de la Asociación Nacional de Sustancias Químicas Agrícolas que se fundó en 1933 y a la que pertenecen los fabricantes de sustancias químicas para la represión de plagas agrícolas. Es natural de New Jersey y se graduó en la Universidad de Pensilvania, habiendo trabajado en el ramo de sustancias químicas agrícolas desde temprana edad. Es miembro de la Asociación de Ejecutivos Norteamericanos de Comercio y fue vicepresidente del capítulo de esa organización en New York.*

El entomólogo industrial

Ed. M. Searls

El entomólogo industrial que emplea insecticidas de larga duración y ejerce una influencia completa en la construcción y funcionamiento en plantas preparadoras de alimentos ha dado al mundo un nuevo concepto de la salubridad.

Gracias a él la entomología preventiva ha reemplazado las antiguas prácticas de represión de insectos y por primera vez en la historia del hombre podemos hablar con verdad de la prevención de los insectos. Se pensaba en los insectos en términos de los alimentos que destruían, mientras que nuestras actuales fábricas se consideran principalmente como importante índice de la salubridad.

La industria se da cuenta cada vez más de la necesidad de evitar y excluir los insectos, e inclusive los sitios de las fábricas se seleccionan con este fin. Muchas especies de insectos voladores nocturnos, a los que atraen las luces y que posiblemente son perjudiciales en la preparación de alimentos, provienen de los ríos, arroyos y estanques. Los basureros de las ciudades en los que se acumulan los desperdicios son causa de muchas plagas y perjudican el aspecto y la aceptación de los sitios de las fábricas. En la actualidad, las plantas preparadoras o empacadoras de alimentos no se construyen cerca de esos sitios.

Se necesitan facilidades de transportación, pero el humo, el hollín, el polvo y las cenizas, así como los insectos, se asocian comúnmente con las carreteras de alta velocidad, con los ferrocarriles y con los muelles. Es mucho más fácil conseguir la prevención de los insectos y la salubridad general cuando las plantas se encuentran lejos de esos lugares.

La prevención de plagas en las plantas y en los terrenos vecinos queda

también al cuidado del entomólogo industrial. No debe haber acumulaciones de desperdicios o desechos en los que los insectos puedan alimentarse y propagarse.

La influencia del entomólogo industrial, que trabaja conjuntamente con los arquitectos de plantas y con los ingenieros industriales, se aprecia fácilmente en la construcción de modernas plantas y fábricas para el manejo de alimentos. El entomólogo industrial divide los cuartos de una planta preparadora de alimentos en críticos y no críticos. Los cuartos críticos son aquellos en donde los alimentos o sustancias alimenticias quedan al descubierto, o en donde los recipientes empleados para conservar alimentos quedan abiertos a veces, de modo que los insectos o los desperdicios transportados por el aire puedan contaminarlos.

Los cuartos críticos no deben abrir nunca directamente al exterior, porque hay demasiado peligro de contaminación por los desechos transportados por el aire, especialmente partes de insectos, pelos de roedores y porciones de plumas.

Los cuartos no críticos son aquellos en los que los alimentos o sustancias alimenticias están siempre completamente cubiertos o en los cuales no se manejan alimentos. Un cuarto no crítico debe separar siempre del exterior uno crítico.

La mayoría de los insectos y otras plagas de la preparación de alimentos tienen acceso por las puertas y ventanas. Probablemente las puertas constituyen la principal avenida de entrada y, por tanto, siempre que sea posible, deben emplearse puertas de doble resorte de cerramiento rápido, con topes apropiados para evitar daños, en todas las salidas al exterior. Los reglamentos de prevención de incendios pueden requerir el empleo de puertas de un solo sentido o corredizas, pero cuando den al exterior deben adicionarse con puertas de doble resorte de cerramiento rápido. Es muy fácil (y algunas veces necesario) dejar abiertas las puertas de un solo sentido y las corredizas, facilitando la entrada de polvo, desechos e insectos transportados por el aire.

Los insectos penetran a través de las ventanas sin mallas de alambre que se dejan abiertas para facilitar la ventilación, y penetran hasta a través de aquellas ventanas que tienen alambrados con menos de 18 mallas por pulgada, lo que hace recomendable el empleo de alambrados de 20 mallas, porque las mallas más abiertas permiten la entrada de desechos transportados por el aire. En consecuencia, el entomólogo industrial hace hincapié en el empleo de iluminación artificial y en una circulación de aire bien diseñada en vez de usar ventanas abiertas, ya sea con alambrados o sin ellos. Los aparatos que evitan la entrada de insectos excluirán también los desechos transportados por el aire y ayudarán a evitar condiciones insalubres.

El cuarto que no es crítico o el vestíbulo sirve también como sitio para desempacar materiales y suministros empleados en la preparación de alimentos. El papel corrugado u otros tipos de cajas y paquetes que se reciben del comercio, contienen a veces insectos, y generalmente también otros desechos que son indeseables en un cuarto crítico, por lo que esos paquetes no deben abrirse o almacenarse nunca en esos cuartos.

La localidad, tamaño y acondicionamiento de los almacenes en las plantas de preparación de alimentos han sentido también la influencia del entomólogo industrial. Con mucha frecuencia los almacenes son los cuartos olvidados y se convierten en fuentes de plagas y desechos en los productos terminados. Se recomienda dejar un espacio de 14 pulgadas alrededor de los muros de un almacén para facilitar la localización y destrucción de plagas en esos cuartos. El colocar las existencias en patines de 8 a 10 pulgadas de alto ayuda mucho a la prevención de insectos y a la salubridad y aumenta el atractivo del cuarto, facilitando también los movimientos de materiales. En este caso se combinan la entomología, la salubridad y la eficiencia.

Un limpiador al vacío con capacidad adecuada es un equipo útil y una de

las mejores ayudas para la salubridad en los almacenes y generalmente en toda una planta.

Es ya regla general que cuando no hay escondites o lugares donde se alimenten o propaguen los insectos la salubridad alcanza un alto nivel. El entomólogo industrial no trata de matar todos los insectos que puedan encontrarse en las ranuras y rendijas de las plantas, sino que sus esfuerzos tienden a cerrar y llenar esas ranuras o rendijas y a cerciorarse de que las cajas de los interruptores y tuberías del sistema eléctrico y otros aparatos semejantes no proporcionen esos escondites y lugares de propagación. El arquitecto que piensa en la salubridad y el entomólogo industrial evitan el empleo de falsos techos siempre que esto es posible, ya que esos lugares se convierten en santuario de muchas plagas y en ellos se originan muchos desechos transportados por el aire.

Los insectos son demasiado móviles para que puedan excluirse por completo aun en las plantas diseñadas con más cuidado. Después de que el arquitecto y el ingeniero de plantas han hecho sus mejores esfuerzos, el entomólogo industrial tiene que recurrir a los insecticidas. A fin de que puedan emplearse en una planta de preparación de alimentos, los insecticidas tienen que escogerse con sumo cuidado, y un factor que ayuda a ello es la naturaleza de la industria, aplicándose unas cuantas reglas a todas las situaciones: el insecticida deseable no debe tener olor que los productos puedan absorber y conservar, no debe corroer el equipo y cuando se emplea con el debido cuidado y en las concentraciones recomendadas, debe ser inofensivo para el personal. Debe ser también completamente inconspicuo.

Los insecticidas pueden aplicarse en rocíos atmosféricos, rocíos residuales o fumigaciones.

Los rocíos del tipo residual, combinados con prácticas adecuadas de salubridad, con el manejo apropiado de la planta y con equipo moderno y fácil de limpiar, han hecho casi completamente innecesaria la fumigación atmosférica generalizada en la preparación de alimentos. Rara vez es necesaria esa fumigación atmosférica, con excepción de aquellos casos en que los insectos son muy abundantes o bajo circunstancias excepcionales.

Los rocíos atmosféricos, el antiguo recurso de la industria, no gozan ya de la aceptación que tuvieron. Generalmente su acción insecticida es demasiado transitoria y deben repetirse constantemente en aquellos lugares en donde los insectos penetran fácilmente, yendo acompañado su empleo de ciertos riesgos. Cuando se atomizan en un espacio cerrado tienen que caer en su mayoría en alguna superficie horizontal en la parte baja del cuarto, y esto puede ser perjudicial si los alimentos se manejan en recipientes abiertos, por lo que debe prohibirse su uso cuando los alimentos están al descubierto. La mayoría de los rocíos atmosféricos contienen sustancias químicas que matan rápidamente los insectos por el simple contacto, y después de emplearlos hay que hacer una cuidadosa limpieza de todos los recipientes abiertos a fin de evitar la contaminación de los productos son sustancias químicas o insectos muertos.

Los rocíos atmosféricos aplicados en forma de aerosoles no están sujetos a todas las objeciones anteriores y a menudo se emplean por el entomólogo industrial. Sus pequeñas partículas hacen que los aerosoles sean generalmente más efectivos que otras formas, siendo posible su empleo en cantidades mucho menores. Prácticamente todo el aerosol, a excepción del insecticida, se gasifica bajo la presión atmosférica y hay poco riesgo de daños causados por sustancias precipitadas del rocío. También con los aerosoles, al igual que con los demás rocíos atmosféricos, es necesario tener precauciones en los tiempos de aplicación, así como la cuidadosa limpieza después de usarlos, para remover los insectos muertos. Los insectos que caen en los recipientes después del empleo de un aerosol son tan poco recomendables como cualquier otro insecto muerto.

Los rocíos de tipo residual han comenzado a usarse en aquellos lugares donde se permite el empleo de insecticidas. Generalmente son más económicos en su costo inicial y costo de aplicación, así como en la frecuencia de su uso. Los rocíos de tipo residual están diseñados para aplicarse solamente en aquellos lugares donde los insectos reposan, se propagan o se esconden, de los cuales hay relativamente pocos en una planta de preparación. Cuando esos lugares quedan cubiertos con un residuo del insecticida, mueren los insectos que se esconden en ellos si se hizo una buena selección de la sustancia, y esos residuos continúan matando insectos durante varios meses. Generalmente son bastante eficaces para evitar la propagación de los insectos, matan constantemente y no permiten que los insectos se multipliquen en cantidades que puedan ser peligrosas. Más que ninguna otra sustancia en los últimos años, los insecticidas residuales han mejorado la salubridad dentro y fuera de las plantas de preparación en donde se manejan alimentos para el hombre y los animales o donde se tratan telas.

Como muchos insecticidas y fumigantes son venenosos tanto para el hombre como para los insectos, y como al igual que cualquier otra sustancia innecesaria en la producción de alimentos constituirían adulterantes si se permitiera que se mezclaran a los alimentos, el empleo de insecticidas en las plantas de preparación de alimentos debe encargarse solamente al personal debidamente adiestrado para tal efecto.

ED. M. SEARLS *es entomólogo de la Corporación Nacional de Productos de Leche. Trabajó 11 años en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y fue profesor del departamento de entomología económica de la Universidad de Wisconsin. Estuvo como entomólogo con el Sexto Servicio de Mando en 1944 y 1945 y es coronel de la Reserva de la Fuerza Aérea y miembro del Consejo editorial de la revista* Salubridad Moderna. *Recibió su doctorado en la Universidad de Wisconsin.*

Los trabajos de extensión en entomología

M. P. Jones

LA ENTOMOLOGÍA DE EXTENSIÓN creció de la necesidad de contar con entomólogos técnicamente adiestrados en los servicios estatales de extensión para llevar a cabo programas educativos de represión de insectos y apicultura.

El entomólogo de extensión suministra al público información útil y práctica y alienta la adopción de las prácticas recomendables. Esa información se deriva de los experimentos efectuados por las estaciones experimentales estatales y por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.

La entomología de extensión se originó en la necesidad de ayuda de parte del público para luchar contra las crecientes plagas de insectos, el retraso entre los descubrimientos efectuados por los investigadores y su aplicación por los agricultores y la incapacidad de otras organizaciones para suministrar la ayuda necesaria.

Los comienzos tuvieron lugar en 1913. En ese año el picudo de la alfalfa, que se notó primero en este país en la vecindad de Salt Lake City en 1904, se

había propagado a Utah y algunos puntos de Idaho. Los cultivadores de alfalfa conocían su capacidad destructora, pero había entre ellos cierta confusión en relación con el carácter de los daños que causaba. Los cultivadores de heno en Idaho se preocupaban por las leyes de cuarentena promulgadas en California y Montana y por la amenaza a su cosecha más productiva y al forraje para el ganado. La Universidad de Idaho decidió emplear un nuevo método. El 1º de abril de 1913, los servicios de extensión del Estado pidieron a T. H. Parks que dedicara todo su tiempo a la entomología de extensión. Su nombramiento tuvo lugar aproximadamente un año antes de la promulgación de la Ley Smith-Lever que creó los Servicios Cooperativos de Extensión Federales y Estatales. Más tarde, en ese mismo año, los servicios de extensión de New York emplearon a C. R. Crosby, un entomólogo de extensión, para que ayudara a combatir las plagas de insectos que atacaban los huertos de árboles frutales. El número de esos especialistas aumentó gradualmente entre 1913 y 1922 y después desde 1933. En 1952 había 65 entomólogos de extensión empleados en 42 Estados.

Nueve Estados emplearon especialistas en trabajos de extensión en 1952 para el cuidado de las abejas. En la mayoría de los Estados los trabajos de extensión relativos a apicultura corresponden al entomólogo de extensión, que también lleva a cabo los trabajos de extensión relativos a la represión de las plagas de arañas, caracoles, babosas, ratas, ratones, geomices, pájaros y otros animales semejantes. Su responsabilidad principal es suministrar información reciente a los 9,000 agentes agrícolas de los condados, efectuar demostraciones domésticas, atender a los Clubes 4-H, así como explicar las razones de cómo y por qué debe ponerse en práctica esa información.

El método de trabajo más efectivo del entomólogo de extensión es desarrollar con anticipación un programa de las épocas en las que ocurren y causan daños los insectos. En esa forma puede ayudar a efectuar demostraciones de ciertos métodos, planear visitas de inspección a las granjas y preparar material de información, exhibiciones, modelos y ejemplares disecados, películas cinematográficas, transparencias, conferencias ilustradas, informes sobre condiciones locales, etc. El agente del condado adquiere gran número de conocimientos sobre los insectos y su represión de las visitas de esos especialistas cuando ocurren brotes de alguna plaga.

Como se emplean muy pocos entomólogos de extensión para ayudar a los agentes por medio de visitas a sus condados, los entomólogos han tenido que contentarse con medidas tales como cursos anuales de recordación, que reúnen a todos los agentes de los condados de un Estado o distrito. Como la situación relativa a plagas y plaguicidas cambia rápidamente, algunos entomólogos de extensión publican cartas de servicio semanales, en las que informan de la ocurrencia, abundancia y desarrollo de las plagas, de las medidas de represión y extractan los resultados de los experimentos efectuados por los investigadores estatales y federales.

La represión de las plagas tiene ahora tantos aspectos diferentes que los especialistas y los trabajadores de los condados no pueden llevar a cabo la tarea trabajando sólo directamente con los agricultores. Cada vez más trabajan conjuntamente con los fabricantes de insecticidas y equipo, con los distribuidores, los vendedores al menudeo, las asociaciones productoras de artículos, agencias de préstamos, industrias de molinos y empacadoras de carne, Compañías enlatadoras, descascaradores de algodón, extractores de aceite y otros que se dedican a la preparación de cosechas y pasturas, organizaciones de granjas, consultores agrícolas, agentes de campo de Compañías lecheras y grupos similares.

Todos esos grupos reciben los boletines de los entomólogos sobre represión de plagas y cuidado de las abejas y a menudo los reimprimen en sus órganos de publicidad y periódicos. Los especialistas concurren a sus programas y ex-

tienden más aún la información y recomendaciones que poseen. Los entomólogos de muchos Estados celebran conferencias con los vendedores de insecticidas, revisan las recomendaciones estatales y discuten aquellos insecticidas con sus distribuidores que probablemente tendrán demanda. Se llevan a cabo conferencias semejantes con los que efectúan represiones de plagas y con aquellos que operan equipo aéreo o de tierra para aplicar insecticidas.

A VECES UNA SITUACIÓN CRÍTICA requiere una acción conjunta. Por ejemplo, el repentino brote de una plaga como la de los saltamontes o pulgones en una región que se extiende a varios Estados, la necesidad de avisar al público sobre los peligros del uso indebido de un insecticida o la necesidad (como ocurrió en 1951) de mayor cuidado en el almacenaje de grano y, por tanto, la necesidad de hacer mayores esfuerzos contra los insectos en los silos de granos de las granjas. Llamamos a todo esto programas o campañas a falta de palabras más adecuadas y se llevan a cabo bajo una base regional o estatal. Generalmente se organizan los grupos interesados de los Estados o condados a fin de compartir la responsabilidad. Un ejemplo de esas actividades, que incluye entomólogos de extensión y otras agencias gubernamentales, es el programa de represión de los saltamontes.

DESDE QUE LOS PRIMEROS POBLADORES LLEGARON a los Estados de las Grandes Llanuras, los saltamontes han sido una amenaza para las cosechas que se cultivan en ellos. Los agricultores y los rancheros aplicaron las medidas de represión conocidas con diversos resultados. Más tarde ofrecieron su ayuda los colegios estatales y las estaciones experimentales, desarrollándose implementos mecánicos para la destrucción de los saltamontes. Algunos se usaron en forma extensa, pero todos resultaron inadecuados. El empleo del verde de paris y del salvado de trigo fue un gran paso hacia adelante. Muchas agencias estatales emplearon ese cebo en programas de represión bien organizados, pero el problema se extendió más allá de los linderos estatales. Había que dar más atención a los lugares de propagación de las formas migratorias de saltamontes que comenzaron a dañar cosechas a grandes distancias de los lugares donde se incubaban, lo que dio por resultado que se solicitara la ayuda federal. Esa ayuda consistía en sus principios en suministrar cebo envenenado a los agricultores y rancheros, que lo esparcían en sus granjas y propiedades adyacentes.

La participación del Gobierno Federal hizo necesario el establecimiento de medidas uniformes para trabajar juntamente con los Estados y se establecieron convenios de mutuo acuerdo entre los funcionarios estatales y la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, deslindándose las responsabilidades de cada agencia. En cada uno de los Estados en que los saltamontes constituían un grave problema se designó a una persona como jefe de la represión de la plaga, que comúnmente era el entomólogo de extensión, pero que a veces era el funcionario de reglamentación del Estado o el jefe del departamento de entomología del colegio agrícola estatal, encargándose a los agentes de los condados de los trabajos en sus respectivas localidades.

Se estableció en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas una división de represión de saltamontes para administrar el programa. Sus oficinas principales se encuentran en Denver, Colorado, que se halla cerca del centro del "territorio de saltamontes". Otra división de la misma Oficina y de las estaciones experimentales estatales ha efectuado investigaciones sobre la represión de los saltamontes y los métodos de inspección de las poblaciones de esos insectos. Es posible ahora determinar las áreas infestadas por los saltamontes e indicar la abundancia relativa de la plaga en las diversas áreas. Los servicios de extensión estatales y otras agencias han efectuado inspecciones anuales de los

saltamontes. Se experimentaron en ellos nuevas sustancias químicas, encontrándose que algunas son tan eficaces como los cebos envenenados y de empleo más práctico.

Como jefe estatal el entomólogo de extensión ha coordinado los esfuerzos de la división de represión de los saltamontes y de los agentes del condado. Ha ayudado a la obtención y distribución de cebos a los condados, y en aquellos lugares donde los agricultores emplean sus propios cebos o insecticidas, él y los agentes de los condados los ayudan a decidir sobre la necesidad de medidas de represión, y por medio de visitas a las granjas, reuniones, demostraciones, publicidad y cartas especiales de servicio les inculcan la necesidad de aplicar medidas de represión y precisar los insecticidas que deban emplearse.

UNO DE LOS PROGRAMAS DE EXTENSIÓN MÁS ANTIGUOS y más eficazmente desarrollado en relación con los insectos es el servicio de aspersiones para los dueños de huertos, y especialmente los cultivadores de manzanas, peras, ciruelas y cerezas. El tipo de servicio de aspersión y su extensión dependen en cierta forma de la importancia relativa de la fruta que se cultive en el Estado o condado. Los funcionarios encargados de la investigación y de la extensión en los Estados y en el Departamento de Agricultura dan consejos en las reuniones sobre la preparación de boletines que contienen recomendaciones para la represión de los insectos de las frutas. Los empleados federales generalmente sólo toman parte cuando se encuentran en el Estado que cuenta con el servicio de aspersiones. Los especialistas de extensión en entomología y patología de plantas publican generalmente sus recomendaciones y efectúan la mayor parte del trabajo de campo de ese servicio de aspersiones, y a veces cooperan a él los horticultores de extensión u otros especialistas relacionados.

Se ha desarrollado el servicio en cierto número de Estados más o menos en la siguiente forma: los especialistas de extensión e investigación convocan a una reunión para revisar los resultados de los experimentos y la experiencia con los trabajos de extensión sobre represión de plagas. Se hacen recomendaciones temporales para la represión de las mismas. Más tarde se reúnen los especialistas con los agentes de los condados a fin de perfeccionar esas recomendaciones considerando el empleo de insecticidas y fungicidas desde el punto de vista de las granjas, de acuerdo con la experiencia de los agentes de los condados. A menudo se ajustan las recomendaciones para determinado Estado a fin de que queden de acuerdo con las que están en vigor en Estados adyacentes. En algunos Estados los especialistas revisan las recomendaciones en unión de los representantes de los fabricantes de insecticidas y de sus distribuidores, que en esa forma tienen oportunidad de conocer esas recomendaciones desde sus orígenes.

La información sobre los insectos, los insecticidas que hay que usar y el tiempo de su aplicación se publican en boletines que se distribuyen a los cultivadores de árboles frutales. Durante el período crítico de la estación de aspersiones, el entomólogo de extensión pasa gran parte de su tiempo con los agentes de los condados y con los horticultores, y los primeros hacen frecuentes visitas a los huertos más importantes para determinar el progreso en el desarrollo de los árboles frutales y de los insectos. Se propaga la información a todos los cultivadores de árboles frutales por medio de tarjetas postales y de la radio, y en casos urgentes los agentes de los condados telefonean esa información a varios horticultores, que a su vez la telefonean más adelante a sus vecinos.

El tiempo de aplicación es sumamente importante. La debida oportunidad y los insecticidas adecuados pueden disminuir grandemente el número de aplicaciones en una estación. La Oficina Meteorológica de los Estados Unidos de Norteamérica suministra informes especiales del tiempo como una ayuda a los programas de aspersión.

Cada semana los agentes de los condados envían a los entomólogos de extensión de su Estado un informe de sus observaciones en el campo. Esos informes de los agentes se compilan y distribuyen entre los mismos en forma de carta semanal, en la cual los entomólogos llaman la atención a cualquier cambio en las recomendaciones e informes sobre nuevos insecticidas y citan otros asuntos de interés. Los agentes de los condados y los especialistas continúan observando las operaciones de aspersión y notando la eficacia de las sustancias empleadas, efectuando reuniones y viajes de inspección entre los cultivadores de frutas en diversas épocas. A veces se examinan las frutas para precisar el porcentaje de los daños causados por los insectos.

Los entomólogos de extensión participan también en otros muchos trabajos de varios tipos.

Cuando se volvieron críticas las necesidades de carnes y pieles durante la Segunda Guerra Mundial, varios Estados estaban llevando a término campañas para la represión de las larvas del ganado. En algunas de ellas el entomólogo de extensión, el encargado del cuidado de animales, el encargado de las granjas lecheras y el veterinario, conjuntamente, organizaron el proyecto y lo llevaron a cabo. Varios meses antes de que comenzara la época del tratamiento del ganado contra las larvas trabajaron con los agentes de los condados grupos de agricultores y representantes comerciales para explicarles los daños que causaban las larvas, los medios de represión y las sustancias que había que usar, y prepararon artículos para los periódicos, así como boletines. A medida que se aproximaba la época para el tratamiento del ganado ayudaron a los agentes de los condados a efectuar demostraciones sobre los métodos de mezcla y aplicación de los insecticidas, empleando a veces reses muertas atacadas por las larvas para mostrar las pérdidas que causaban, aumentando en intensidad el programa durante la guerra. A medida que hubo disponibles aspersores de presión se trató mayor cantidad de ganado contra parásitos externos, llegando en 1949 su número a cerca de 4 millones de cabezas en los 29 Estados que rindieron informes. Se calcula que el ahorro para los agricultores fue casi de 14 millones de dólares.

Otro programa se refiere al empleo del DDT contra las moscas caseras, en el que participaron muchos Estados, siendo típico el trabajo efectuado en Iowa. El entomólogo de extensión sugirió que se convocara a una junta estatal. El Gobierno hizo los arreglos necesarios para celebrar esa junta e invitó a grupos organizados para que enviaran sus delegados, y en ella se establecieron y discutieron los procedimientos adecuados. Los delegados llamaron la atención de los jefes de condado de sus organizaciones sobre el problema y pidieron su cooperación. El entomólogo de extensión y otros miembros de ese servicio prepararon, imprimieron y distribuyeron sugestiones para formar organizaciones en los condados, comunidades y ciudades, recomendaciones para la represión, cartelones y marbetes, ilustraciones para artículos en los periódicos y artículos de propaganda dando informes sobre los progresos de la campaña. Los agentes de extensión de los condados participaron de manera activa en ese programa, pero los ciudadanos, con gran espíritu cívico, efectuaron la mayoría del trabajo y merecen que se les dé crédito por su éxito.

Otro programa lo constituyó la campaña para disminuir las pérdidas causadas por las plagas del algodón.

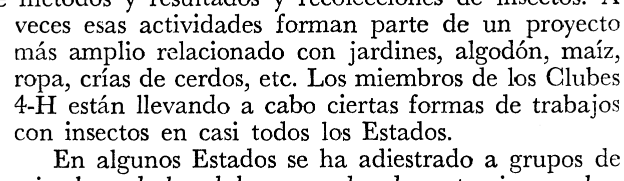
Los esfuerzos llevados a cabo en Carolina del Sur ilustran el procedimiento adoptado en diversos Estados. A principios de 1950 el presidente del comité agrícola estatal convocó a una reunión a la que concurrieron cerca de 175 representantes de agencias estatales y federales, organizaciones agrícolas y grupos comerciales e industriales. Uno de los resultados obtenidos fue la organización del Comité Estatal del Algodón, del que fue elegido presidente el director de los

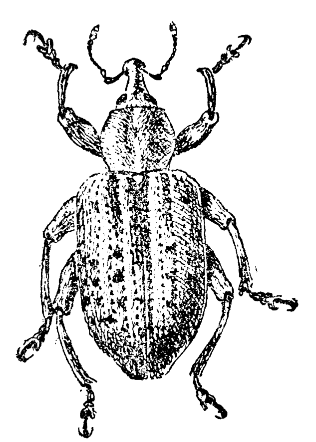
servicios de extensión del Estado. Se formó un comité de especialistas de los servicios de extensión para dar ayuda técnica, y cada condado del Estado organizó comités del algodón para manejar sus propios programas de represión de insectos. Los comités del Estado y de los condados efectuaron reuniones, organizaron escuelas de adiestramiento, demostraciones y viajes de inspección, informando de todo ello por medio de la radio y de los periódicos. Se estima que los resultados fueron inmejorables, como lo demostraron las inspecciones; pero, sin embargo, algunos agricultores no aplicaron las medidas recomendadas. Los que no aplicaron venenos cosecharon un promedio de 90 libras de fibra de algodón por acre, y los que aplicaron veneno en 10 ocasiones o más cosecharon alrededor de 460 libras.

Los anteriores son sólo unos cuantos de los problemas en los que el público requiere la ayuda del entomólogo de extensión. Otros incluyen las muchas plagas adicionales que dañan al ganado, las cosechas de campo, las frutales, la salud del hombre, las legumbres, las cosechas de invernadero, los huertos domésticos, los árboles de sombra y de ornato, los granos y otros productos almacenados, las estructuras de madera, el mobiliario doméstico, la ropa y los animales domésticos.

Una fase importante de la entomología de extensión es el trabajo con gente joven, especialmente los miembros de los Clubes 4-H. Muchos servicios de extensión estatales han suministrado boletines, circulares, folletos con lecciones, esbozos de proyectos y manuales de acción sobre entomología para empleo por los miembros de esos clubes. Un folleto del Departamento, la Publicación Misceláneo N° 318 *Manual de Insectos de los Clubes 4-H,* se emplea extensamente. A menudo se hacen estudios sobre la naturaleza en los campos de los clubes, y desde 1925 ha estado funcionando en Indiana un proyecto para recolectar insectos, habiendo participado en él casi 20,000 personas.

Otros proyectos se refieren a las historias vitales de los insectos, a programas completos para represión de plagas, a inspecciones sobre la abundancia de insectos, demostraciones de métodos y resultados y recolecciones de insectos. A veces esas actividades forman parte de un proyecto más amplio relacionado con jardines, algodón, maíz, ropa, crías de cerdos, etc. Los miembros de los Clubes 4-H están llevando a cabo ciertas formas de trabajos con insectos en casi todos los Estados.





Picudo de la alfalfa.

En algunos Estados se ha adiestrado a grupos de miembros de los clubes para dar demostraciones sobre plagas de insectos y su represión. Los miembros de esos clubes aprenden a reconocer las plagas, a calcular su importancia económica y a aplicar medidas de represión. En Texas los miembros de los clubes conocen cierto número de insectos y se seleccionan grupos comunales para competir entre condados, compitiendo a su vez los grupos de los condados en un concurso estatal. Se califica a los grupos mediante pruebas orales relativas a los insectos que se encuentran en la comunidad del concursante, identidad de los insectos, huéspedes, métodos de represión y aplicación de insecticidas.

Los trabajos de entomología entre los miembros de los Clubes 4-H se han desarrollado en tal forma que hay una fase de ellos que es especialmente adecuada para cada miembro.

Como un incentivo más en los trabajos de entomología de los Clubes 4-H

se ha establecido un Premio Nacional de Entomología 4-H. Las recompensas consisten en medallas para los triunfadores de los condados, premios para los triunfadores estatales, visitas al Congreso Nacional de Clubes 4-H para los triunfadores de las secciones y becas para los triunfadores nacionales. Las recompensas reconocen la excelencia en todas las fases del trabajo relacionadas con las plagas de insectos y su represión, con la recolección de insectos, con los estudios sobre las historias vitales de los mismos, aplicación de prácticas para la represión de insectos, demostraciones relacionadas con la entomología y participación en extensos programas comunales de represión.

El trabajo de extensión en apicultura es tan antiguo como el servicio de extensión en sí. Gran parte de ese trabajo se efectúa actualmente a través de las asociaciones de apicultores de los condados y de los Estados. Se emplean los métodos de enseñanza de extensión usuales para demostrar a los apicultores cómo trasladar abejas, descubrir y reprimir sus enfermedades y manejar las colonias para la producción máxima de miel. El manejo de las colonias incluye reposición de reinas, cultivo de los enjambres, alimentación de las abejas, control de enjambres, colocación de adiciones, remoción de miel y provisiones para las existencias de invierno del alimento de las reinas. El manejo de las abejas ha tenido en cuenta el empleo de las mismas para polinación, procuración de abejas, número de colonias necesarias y localización de las abejas en los huertos o campos productores de semillas. Muchos miles de miembros de los Clubes 4-H se dedican a la apicultura, que les proporciona un pequeño negocio a aquellos que gustan de las abejas y no pueden dedicarse a proyectos relacionados con ganado o cosechas. John D. Haynie, apicultor de extensión en Florida, se encarga de la introducción de la apicultura y de cultivar el gusto por la misma entre los miembros de los Clubes 4-H, haciendo funcionar un apiario 4-H en uno de sus campamentos. La producción de miel se distribuye entre otros tres campos 4-H en el Estado y utiliza el apiario para enseñar a los miembros del club las prácticas de la apicultura.

M. P. Jones *es entomólogo de extensión en el Servicio de Extensión. Antes de que se incorporara al Departamento de Agricultura en 1931 fue entomólogo de extensión ayudante en Ohío. Es nativo de esta ciudad y se graduó en la Universidad de ese Estado.*

Los entomólogos en Washington

Helen Sollers

Hace un siglo que un hombre llamado Townend Glover quedó tan fascinado por los insectos que hizo dibujos a colores de cada ejemplar que pudo obtener.

Empleó muchos años haciendo grabados en piedra y en cobre. Escribió también sobre los insectos que encontraba, y soñó con un gran libro que ilustraría todos los insectos comunes en la América del Norte y ayudaría al agricultor a identificar cualquier plaga que encontrara.

Sin embargo, tenía otro interés distinto que estorbaba su sueño. Hizo modelos casi perfectos de frutas, que exhibió en las ferias estatales. Mostró también su colección en Washington, con la esperanza de que la comprara el Gobierno, y mientras estaba en aquella ciudad se estableció el Departamento de Agricul-

tura en la Oficina de Patentes y Glover fue nombrado en 1854 para recoger información sobre los insectos, semillas y frutas.

Este estado de cosas continuó durante los 8 años siguientes. Se estableció el Departamento de Agricultura y Glover recibió el primer nombramiento de entomólogo del mismo. Escribió sobre la destrucción de las cosechas de frutas y legumbres por los insectos y tuvo tiempo para agrandar su museo agrícola. El congreso votó un fondo de 10,000 dólares para adquirir el Museo Glover, que comprendía insectos, pájaros y modelos de frutas, habiendo sido nombrado conservador del mismo.

Glover dedicó todo su interés y su tiempo al museo, que atrajo a una multitud de personas; pero, ¿qué había pasado con su sueño, con sus *Ilustraciones de Entomología Norteamericana?* En sus ratos libres trabajó en sus dibujos y notas y sus amigos le rogaban que publicara su obra. Finalmente, en diversas épocas durante 6 años, publicó 4 volúmenes, en los que ilustró y describió saltamontes, moscas, verdaderos escarabajos y gran número de insectos diversos. Fue una fortuna que Glover escuchara los ruegos de sus amigos y que realizara por lo menos una parte de su sueño, porque su tiempo se terminó y ya no pudo producir más.

Charles Valentine Riley ocupó el puesto de entomólogo en 1878 poco después de que Glover se había retirado. Era muy joven y ya se había forjado una reputación como entomólogo del Estado de Missouri. Sus series de informes anuales, llamados *Los Insectos nocivos, benéficos y otros del Estado de Missouri,* se leían con agrado y estaban mejor ilustrados que la mayoría de los artículos de su tiempo.

La primera estancia de Riley en el Departamento fue menor de un año, ya que renunció debido a un mal entendimiento, ocupando su puesto el profesor John Henry Comstock, de la Universidad de Cornell. Los dos años en que Comstock ocupó ese puesto fueron muy importantes. Se descubrieron nuevos insecticidas, entre los que se encontraban el verde de paris y el púrpura de londres y se comenzaba a usar por primera vez en nuestro país el piretro. Se hacían grandes adelantos con otros insecticidas así como con el equipo para aplicarlos. Comstock, que era un hombre práctico, contribuyó a colocar la entomología económica en los Estados Unidos de Norteamérica sobre una sólida base.

Un cambio de administración en 1881 regresó a Comstock a Cornell y volvió a dejar a Riley a cargo de la nueva división de entomología que se había establecido en 1879. Riley era un hombre activo que logró cuatro importantes contribuciones para la entomología. Inició la organización que más tarde se convirtió en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Sus estudios sobre la filoxera de la uva ayudaron a los cultivadores europeos a controlar esta peligrosa plaga. Salvó la industria de cítricos en California introduciendo el escarabajo de Australia para la represión de la escama blanca, que estaba diezmando los árboles cítricos, primera vez que tenía éxito un experimento internacional de represión natural, y debido en gran parte a sus esfuerzos se fundó en 1877 la Comisión Entomológica de los Estados Unidos de Norteamérica.

La labor de la Comisión (anexa a las Inspecciones Geológicas y Geográficas de los Territorios de los Estados Unidos de Norteamérica) consistía en encontrar la manera de reprimir las hordas de saltamontes que infestaban las cosechas en el Oeste y Medio Oeste y evitar su repetición. La Comisión estaba formada por tres personas: C. V. Riley, A. F. Packard y Cyrus Thomas. Se publicaron los resultados de sus importantes trabajos en diversos informes y boletines sobre los saltamontes, gusanos de ejército, gusanos del algodón y varios otros insectos. La Comisión entró a formar parte del Departamento de Agricultura en 1880 y en junio de 1881 cesó en sus actividades.

COMENZÓ UNA NUEVA ERA PARA LA ENTOMOLOGÍA cuando Leland O. Howard ocupó el puesto de jefe de la división de entomología en 1894. Howard era un intelectual de primer orden con grandes ideas que desarrollar. Escribió sobre los insectos, habló de ellos y llevó a cabo campañas en su contra. Todo esto lo hizo en forma tan clara y sencilla que llegó hasta a despertar el interés de los niños para que mataran moscas. Los norteamericanos ccmenzaron a darse cuenta del problema de los insectos y Howard tenía la intención de no permitir que lo olvidaran. Durante 33 años estuvo insistiendo para que el público se diera cuenta de la gravedad de los daños que causaban, en forma tal que tomaran medidas contra ellos. Sus libros *La amenaza de los Insectos, El Libro de los Insectos* y *La lucha contra los Insectos* retaban a los pueblos de todo el mundo para que continuaran la lucha contra las hordas de insectos.

Howard tenía otra idea. Estaba interesado en la represión natural de insectos, es decir, su control por medio de otros insectos. Riley había sido el precursor en este campo, pero se debe a Howard su desarrollo real. Un verano tras otro viajó a Europa para consultar a los entomólogos más famosos y preparar envíos de parásitos e insectos de presa que había dejado listos cuando la mariposa gitana y la de cola café se introdujeron en nuestro país.

En realidad, tenía más conocimientos sobre la materia que los europeos, porque durante muchos años había estudiado los parásitos y sus huéspedes desde un aspecto mundial. Además, había descrito muchos de esos parásitos. La personalidad de Howard le dio muchos amigos y éstos lo ayudaron a establecer un plan regular para el envío de parásitos e insectos de presa desde varios países europeos a los Estados Unidos de Norteamérica. Después de la Primera Guerra Mundial ocurrió un incidente que Howard llamó una introducción de parásitos a la inversa, es decir, de Norteamérica a Europa en vez de Europa a Norteamérica. El áfido lanudo de la manzana es nativo de este país pero se introdujo en alguna forma en Inglaterra y luego en Francia, llamándosele "la plaga norteamericana". Un pequeño parásito fue la razón principal de que el áfido lanudo de la manzana no se convirtiera en una grave plaga en nuestro país, pero franceses deseaban tener ese parásito. El mismo Howard tomó parte directa en el experimento. Colocó los preciosos paquetes de parásitos en el refrigerador del barco, y al llegar a Londres los colocó en el alféizar de la ventana de su cuarto. Los 3 días siguientes los paquetes estuvieron en el refrigerador de una tienda de pescado.

Por fin llegó el gran día. El doctor Paul Marchal, que necesitaba los parásitos para su empleo en Francia, llevó rápidamente los paquetes, acompañado por Howard, desde la estación de París a su laboratorio, en donde se encontraba, listo para la ocasión, un manzano bien infestado con los áfidos lanudos y cubierto con una gasa. Todos se reunieron a su alrededor, se abrieron los paquetes de parásitos, y uno por uno se vació su contenido sobre papel blanco. Con gran sorpresa de todos no se encontró un solo parásito vivo, teniendo que enfrentarse al fracaso. Sin embargo, volvieron a colocar la gasa en el árbol y Howard y Marchal fueron al sur de Francia. Cuando llegaron a Montpellier recibieron un telegrama diciéndoles que no todos los parásitos estaban muertos, como habían creído, y que 10 habían sobrevivido entre los áfidos muertos. Pronto se convirtieron en 20, y para cuando Howard volvió a París se habían multiplicado a varios millones en el jardín experimental de Marchal. Los parásitos sobrevivieron al invierno y ayudaron a resolver el problema de los cultivadores franceses de fruta. Howard tenía una tercera idea que desarrollar. Se había hecho muy poco trabajo en el campo de los insectos en relación con las enfermedades. Creía que las moscas caseras propagaban las enfermedades y luchó para convencer al público de que las moscas que se encontraban en sus hogares podían ser perjudiciales, iniciando una campaña en su contra. El lema "mate las moscas" despertó el

interés del público en los insectos en todo el país. Los europeos adoptaron la idea e iniciaron sus propias campañas. Su libro *La mosca casera, propagadora de enfermedades,* alentó la campaña contra las moscas en todas partes y se tradujo hasta al ruso, al húngaro y al español. En Hungría se empleó como libro de lectura en las escuelas públicas.

Vino después la campaña contra el mosquito. Poco tiempo después de que se descubrió que el mosquito propagaba la malaria y la fiebre amarilla salió de las prensas el libro de Howard titulado *Los Mosquitos, cómo viven, cómo propagan las enfermedades, cómo se clasifican y cómo pueden destruirse.* El momento era propicio para un libro de esa naturaleza. La fiebre amarilla era el azote de La Habana y Panamá e inmediatamente se llevaron a cabo las medidas de represión sugeridas en el libro de Howard, que ayudaron a librar de la enfermedad a ambas ciudades. Sin embargo, Howard no estaba satisfecho con su libro, porque no mencionaba el hecho de que los mosquitos propagan la malaria y la fiebre amarilla, iniciando entonces un proyecto más importante, una extensa monografía titulada *El Mosquito de Norteamérica, de América Central y de las Indias Occidentales.* Esta obra de cuatro volúmenes ayudó a los trabajadores de salubridad, a los médicos y a los biólogos del mundo entero y colaboraron en ella con Howard: H. G. Dyar y F. Knab.

Se concedieron al doctor Howard numerosas recompensas, medallas y títulos honoríficos de muchas sociedades. Prácticamente fue miembro de todas las sociedades entomológicas del mundo entero y sus ideas contribuyeron al desarrollo de la entomología. Como ayudante de Riley había aprendido la técnica de la organización y la había mejorado tan bien, que 10 años más tarde, en 1894, Riley renunció. Howard encabezaba una Oficina en vez de una división y para él la Oficina de Entomología era la realización de un sueño.

Charles L. Marlatt era uno de los miembros de la nueva Oficina. Durante muchos años había observado cómo llegaba a nuestras playas una plaga tras otra y se aclimataba en nuestro país, y en el año de 1900 esos invasores, entre los que se encontraban la falena nocturna, la mosca cecidomia, la escama de San José y la mosca de cuerno, se apropiaban de una buena porción de nuestros suministros alimenticios. Se habían hecho varios intentos para evitar la invasión de las plagas, pero Marlatt se dio cuenta de que no se había resuelto el problema, ocurriéndosele la idea de levantar una barrera legal.

El primer paso en ese sentido fue la promulgación de la Ley sobre Plagas de Insectos de 1905, que prohibía los envíos de insectos vivos a nuestro país, su envío por correo o su transportación de un Estado a otro. Esta ley ayudó mucho pero no tuvo el alcance suficiente. Marlatt deseaba una ley que impidiera que los insectos se introdujeran a los Estados Unidos de Norteamérica en sus plantas huéspedes o en cualquier otra forma, preparó esa ley y trabajó durante 3 años para hacer que se promulgara.

Finalmente, en 1912 vio convertirse en una realidad la Ley de Cuarentena de Plantas. Por primera vez había una cuarentena de plantas con la fuerza de la policía detrás de ella. Podían restringirse o impedirse las importaciones de material de viveros, de plantas y de productos de las mismas, a fin de evitar que se introdujeran a nuestro país nuevas enfermedades y plagas. Esa ley hizo posible también el control de los productos infestados por los insectos que se transportaban de un Estado a otro en áreas no infectadas.

Se estableció en 1912 la Junta Hortícola Federal, y el doctor Marlatt, padre de las cuarentenas federales, fue nombrado presidente de la misma. Esa Junta efectuaba investigaciones relacionadas con plagas de insectos domésticos y extranjeros, a fin de proponer las medidas de cuarentena necesarias. También llevaba

a cabo reuniones para precisar la necesidad de las cuarentenas de plantas y estaba autorizada para vigilar su aplicación. En 1928 la Junta se convirtió en la Administración del Control de Cuarentenas de Plantas.

Durante el tiempo que Marlatt trabajó en la Junta, era también ayudante de Howard, y en 1927, cuando éste se retiró, se convirtió en jefe de la Oficina.

Los trabajos de cuarentena tenían otro jefe que se interesaba en ellos. Lee A. Strong, nacido en el Oeste, estudió todas las fases de esos trabajos y tuvo parte activa en la organización de un sistema que ayudara a que todo el país trabajara en conjunto en asuntos de cuarentenas. Lee Strong hizo algo más para la entomología: cuando fue nombrado jefe de la Oficina de Cuarentena de Plantas, pudo darse cuenta de que las cuarentenas debían estar estrechamente relacionadas con las actividades de investigación y de represión de la Oficina de Entomología y tuvo la idea de unir a varias agencias en una sola y vigorosa organización. En 1933 fue nombrado jefe de la Oficina de Entomología y al año siguiente ocurrió la unión por la que tanto había trabajado. Strong había conseguido que la Oficina de Cuarentena de Plantas, la división de insecticidas de la Oficina de Química y Tierras, los trabajos sobre enfermedades de plantas efectuados por la Oficina de Industria de Plantas y la Oficina de Entomología se unieran en una sola organización, la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, y continuó reforzando esa organización durante todo el tiempo que conservó el puesto.

Strong murió repentinamente una noche del año de 1941 y P. N. Annand, que había hecho rápidos progresos en la Oficina, fue nombrado jefe de la misma. Annand fue un investigador y bajo su dirección durante la Segunda Guerra Mundial ocurrió un notable trabajo de investigación sobre insecticidas, el desarrollo del DDT en el laboratorio de la Oficina en Orlando, Florida. Durante ese período también se descubrieron o desarrollaron muchos otros insecticidas, repelentes de insectos y métodos mejorados para su aplicación. El doctor Annand murió en 1950 después de haber trabajado 9 años, y lo sucedió Avery S. Hoyt. La Oficina cuenta con 200 laboratorios de campo y oficinas, situada cada una de ellas en el centro de los problemas de insectos en que laboran. La mayoría de los laboratorios se encuentran en oficinas rentadas a fin de que puedan seguir los movimientos de los insectos. El trabajo de la Oficina está dividido en tres grandes campos: la investigación, las cuarentenas y la represión. Cuenta con 5 oficinas regionales y 10 divisiones de investigación.

En otras secciones de los servicios gubernamentales estaban ocurriendo importantes sucesos en entomología.

Si en 1884 alguien hubiera sugerido que un insecto o garrapata podría causar ciertas enfermedades, se le habría tomado por loco. Theobald Smith tenía las mismas ideas, pero en unos cuantos años tuvo que cambiar de opinión.

En Alemania, el gran Robert Koch examinaba los pequeños microbios que propagan las enfermedades. Smith deseaba examinar los microbios y estudiar con Koch, pero Alemania estaba demasiado lejos para un hombre sin recursos. Tenía un título de medicina, pero no deseaba practicarla, y entonces encontró precisamente el puesto que quería en la Oficina de Industrias Animales. Comenzó a trabajar en el desván caliente de un edificio federal. Tenía las noches libres y durante sus largas horas leía todo lo que Koch escribía sobre los microbios.

Smith no podía imaginarse, mientras leía aquellos libros, que él sería el que descubriera el misterio de la fiebre de Texas, que era una enfermedad rara. Los ganaderos de Texas compraban reses sanas en el Norte, las traían al Sur y un mes después el ganado se enfermaba y moría. Las reses del Sur que se llevaban al Norte pastaban con el ganado del Norte y un mes después los campos estaban

rojos con la sangre del ganado del Norte. El ganado del Sur continuaba sano en todo tiempo independientemente de la localidad. Los ganaderos sintieron pánico. La Oficina de Industrias Animales encargó a Theobald Smith y F. L. Kilborne que trataran de descubrir el misterio.

Smith decidió trasladarse al campo en medio de la enfermedad, y conforme se preparaba para las labores del verano, Kilborne tuvo la idea de que probablemente las garrapatas fueran la causa de la fiebre de Texas. Smith no se opuso a esa teoría, sobre todo cuando Kilborne le hizo saber que los ganaderos decían "si no hay garrapatas no hay fiebre de Texas".

En el tórrido verano de 1880, Kilborne hizo construir cercados abiertos en los campos para llevar a cabo las pruebas. En el primero de ellos encerró cuatro vacas procedentes de North Carolina infectadas por las garrapatas y seis vacas sanas del Norte, y en seguida, y sólo para ver si las garrapatas tenían algo que ver en el problema, Kilborne quitó con la mano todas las garraptas de tres vacas diferentes procedentes también de North Carolina, a las que colocó en un segundo campo con cuatro vacas sanas del Norte. Al mes todas las vacas del Norte del primer campo tenían la fiebre, mientras que las del segundo campo permanecían sanas.

Entonces otro individuo llamado Cooper Curtice jugó un papel importante aunque menos brillante en la historia de la fiebre de Texas. Su trabajo consistía en estudiar el ciclo vital y los hábitos de las garrapatas de la fiebre del ganado. Smith y Kilborne necesitaban los hechos que él compilaba para continuar sus experimentos con las garrapatas en el ganado.

Smith examinó la sangre de las vacas que morían y vio que había en ella algunos organismos en forma de pera. Examinó la sangre de muchas vacas atacadas por la fiebre de Texas y siempre encontró los mismos organismos. ¿Podrían ser éstos los gérmenes de la fiebre? No estaba seguro. Examinó miles de células sanguíneas e hizo multitud de pruebas con el ganado y las garrapatas en los campos cercados. Necesitaba más pruebas. Cultivó garrapatas en su laboratorio, y en el verano de 1890 decidió poner cierto número de garrapatas recién incubadas en una vaca que conservó en un establo cerrado, de la cual tomaba muestras de sangre diariamente. Cierto día encontró que la vaca tenía fiebre y al tomar una muestra de su sangre la halló más líquida y negra. Corrió al laboratorio y pudo ver los pequeños organismos en forma de pera. El cuadro estaba completo. La fiebre de Texas sobrevivía en las garrapatas recién incubadas, y así se explicaba el lapso de 30 días que transcurría antes de que el ganado del Norte contrajera la enfermedad. Era necesario ese período de tiempo para que las garrapatas progenitoras se cayeran de los animales, pusieran sus huevos y se incubaran las garrapatas tiernas, que trepaban por las patas del ganado y se adherían a su cuerpo. El ganado del Sur se inmunizaba contra la enfermedad durante el período de terneras. Por primera vez en la historia del hombre se demostró que una garrapata propagaba enfermedades. El descubrimiento de Theobald Smith inició una cadena de incidentes en los que se catalogó como propagadores de enfermedades a ciertas garrapatas, insectos y ácaros, abriendo un campo nuevo a la entomología: el de la entomología médica.

La Oficina de Industrias Animales utilizó este descubrimiento y con la cooperación estatal acabó con la fiebre de Texas en los Estados Unidos de Norteamérica, con excepción de una larga y angosta faja de terreno a lo largo del río Grande en Texas, que se conoce como zona de protección, y que permanecerá hasta que México haya extirpado la enfermedad. La Oficina está haciendo grandes progresos en la extirpación de los ácaros que destruyen el ganado y continúa la lucha contra plagas de los animales que disminuyen los suministros de carne, leche y lana.

Aproximadamente 10 años después del descubrimiento de Theobald Smith, se encargó a Walter Reed de la lucha contra una enfermedad del hombre, la fiebre amarilla, que asolaba a Cuba cuando el Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica envió al mayor Walter Reed a Quemado de Güines. A diario morían soldados cubanos y norteamericanos. Reed había hecho estudios sobre los microbios pero no encontró ninguno en los cuerpos de las víctimas.

La Comisión, compuesta por Jess Lazear, James Carroll, Arístides Agramonte y Walter Reed, no sabía ya qué hacer. Tenían demasiado tiempo a su disposición, y más que el suficiente para oír la voz de Carlos Finlay que clamaba "un mosquito es la causa de la fiebre amarilla". En Cuba se consideraba a Finlay como un fanático, pero la Comisión había probado todos los medios y consideró que Finlay podía tener razón. Se pusieron en contacto con él e incubaron mosquitos adultos de los pequeños huevos negros que les proporcionó. Walter Reed decidió poner a prueba la teoría de los mosquitos, pero necesitaba primeramente conejillos de indias, es decir, necesitaba hombres, porque los animales que había inoculado no contraían la fiebre amarilla. Su propia Comisión aceptó el reto. Se puso en el brazo de James Carroll uno de los mosquitos más mortales. Unos cuantos días después Carroll tenía la fiebre amarilla y casi moría de ella, pero se sentía orgulloso de ser la primera víctima experimental de la enfermedad. Otro hombre contrajo la enfermedad de otro de los mosquitos incubados en el laboratorio de Lazear. En seguida el mismo Lazear se sometió a la inoculación, pero no utilizó uno de sus propios mosquitos, sino que se dejó inocular por uno de los mosquitos sueltos de la sala de enfermos de fiebre amarilla en donde trabajaba. A los 5 días tenía escalofríos y al sexto día había muerto.

El Ejército suministró fondos a Reed para que pagara hombres que sirvieran de conejillos de indias y poder precisar así si el mosquito propagaba realmente la fiebre amarilla. Organizó un campamento con siete tiendas y dos pequeñas casas. Cada soldado voluntario quedaba encerrado en uno de esos abrigos durante días o semanas, para cerciorarse de que no contraía la fiebre amarilla antes de ser inoculado por uno de los mosquitos de Reed. Seis hombres más contrajeron la enfermedad debido a los mosquitos, pero Walter Reed quería comprobar una teoría más.

Todo el mundo decía que la ropa de cama y los utensilios domésticos de las víctimas de la fiebre amarilla eran peligrosos y hasta llegaron a quemarse algunas casas para escapar a la enfermedad. Reed consiguió una gran cantidad de ropas de cama sucias de sangre y desechos de las víctimas que habían muerto en la sala de enfermos de fiebre amarilla. Puso toda esa ropa en un pequeño local construido al efecto y elevó la temperatura a más de 90° y encerró luego allí a tres valientes norteamericanos que durmieron en aquella atmósfera infectada durante 20 noches y a quienes se puso luego en cuarentena en una tienda para esperar el ataque de la fiebre amarilla, la que nunca ocurrió y continuaron sanos.

Reed pensó entonces si aquellos hombres serían susceptibles a la fiebre amarilla, y para comprobarlo hizo que los inocularan tres de sus mosquitos. En unos cuantos días habían contraído la enfermedad.

Nunca se pudo encontrar el microbio de la fiebre amarilla, pero sí se supo que era un virus demasiado pequeño para ser visible.

El Laboratorio Memorial de Gorgas del Departamento de Salubridad de la Zona del Canal de Panamá, con la ayuda de los Estados Unidos de Norteamérica, continuó la lucha contra la fiebre amarilla, que ahora ocurre solamente en pequeñas áreas de África y en la zona tropical de América, en donde existe en los mosquitos de las selvas y en los monos. Continuó también la lucha contra la malaria y otras enfermedades propagadas por los insectos.

La Segunda Guerra Mundial aumentó el interés de las Fuerzas Arma-

das en la Entomología. El Ejército, mediante acuerdos cooperativos con la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, ha efectuado trabajos de investigación sobre los insectos que atacan a las tropas. Durante las dos Guerras Mundiales, se dio atención a la represión de los piojos y otros insectos que atacan al hombre.

El Ejército efectuó también trabajos sobre los daños causados por los insectos a los alimentos, a la ropa y a los suministros militares. El Cuerpo Médico de la Marina ha publicado gran cantidad de información sobre los mosquitos y su relación con las enfermedades y ha hecho varias mejoras en las formas de aplicación de los insecticidas desde el aire así como en la dispersión de aerosoles desde los aviones.

Los entomólogos del Servicio de Salubridad Pública de los Estados Unidos de Norteamérica trabajan en las enfermedades propagadas por los insectos, tales como la malaria, fiebre amarilla, peste, fiebre manchada de las Montañas Rocallosas y varias enfermedades propagadas por las moscas, y se ocupan también de la biología de los insectos relacionados con ellas. El laboratorio de Hamilton, Montana, lleva a cabo investigaciones sobre las garrapatas y allí se descubrió la vacuna contra la fiebre manchada de las Montañas Rocallosas. El Centro de Enfermedades Transmisibles se ocupa de la peste, de la transmisión de enfermedades por los insectos, garrapatas y ácaros, de probar insecticidas en cuanto a larga duración de su actividad y del desarrollo del equipo necesario. Algunas de las actividades del Instituto Nacional de la Salud son los estudios sobre transmisión de la malaria y los efectos de los insecticidas en el hombre.

El Servicio de Salud Pública ha estudiado los problemas de la malaria durante muchos años. Se inició en 1945 un programa de extirpación por medio del empleo del DDT con la ayuda de varios departamentos de salubridad en los Estados del Sur.

Otra dependencia del Gobierno que trabaja en la represión de los mosquitos es la Administración del Valle de Tennessee, que ha evitado los brotes de malaria a lo largo de sus cientos de millas de presas.

El Servicio de Peces y Fauna trabaja conjuntamente con la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, con la Administración del Valle de Tennessee y con el Servicio de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica para estudiar la relación de los mosquitos con la fauna. El Servicio lleva a cabo también estudios incidentales a sus trabajos de rutina sobre los insectos que atacan a la fauna.

La entomología forma también parte del trabajo de la Organización de Alimentos y Agricultura de la Organización Mundial de la Salud de las Naciones Unidas y lleva a cabo cierto número de proyectos sobre insectos en diversas partes del mundo. La represión de los mosquitos que propagan la malaria, la protección de los cereales almacenados contra los insectos y la represión de los saltamontes son problemas vitales para el bienestar de muchos países.

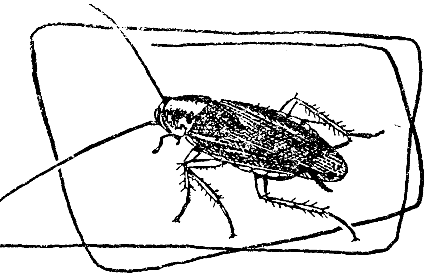
En la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola del Departamento de Agricultura se llevan a cabo trabajos sobre problemas básicos de entomología, tales como el cultivo de plantas resistentes a los insectos, implementos especiales para atrapar insectos por medio de luces y equipo para la aplicación de insecticidas.

La división de insecticidas de la Dependencia de Ganado de la Administración de Producción y Distribución hace más seguro y más eficaz el empleo de los insecticidas al comprobar que se rotulen debidamente los recipientes. Este importante trabajo se lleva a cabo de acuerdo con la Ley de Insecticidas de 1947 que requiere que todos los insecticidas se apeguen a las especificaciones de los marbetes.

La clave de gran parte de las investigaciones entomológicas es la colección de insectos del Museo Nacional de los Estados Unidos de Norteamérica. Allí se estudian y se identifican ejemplares, ya que de su identificación adecuada depende el éxito de cualquier campaña de represión. Los taxonomistas del Museo y la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas trabajan tan estrechamente unidos, que funcionan como una sola unidad.

HELEN SOLLERS, *entomóloga de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, está encargada de la investigación sobre los insectos de importancia médica y veterinaria y prepara bibliografías sobre los mosquitos, habiéndose incorporado a la Oficina en el año de 1937.*

Insectos, hombre y hogares



Los insectos domésticos

L. S. Henderson

LAS MUCHAS CLASES DE PLAGAS que invaden nuestros hogares causan numerosos perjuicios.

Las termitas, las hormigas carpinteras, los escarabajos trituradores y otros insectos de la madera atacan los edificios y la madera de los muebles.

Las polillas, los escarabajos de las alfombras, los pescados plateados, las cucarachas y los grillos dañan las telas, las alfombras y los tapices.

Varias clases de gorgojos, escarabajos, mariposas, ácaros, psócidos, moscas, cucarachas y hormigas infestan los alimentos. Las moscas, mosquitos, pulgas, piojos, ácaros y cucarachas pueden propagar las enfermedades.

Los escorpiones, avispas y algunas clases de hormigas pueden picar al hombre. Las chinches, piojos, pulgas, ácaros, mosquitos, pulgones, moscas de arena, garrapatas y viudas negras pueden picar o succionar la sangre del hombre y de los animales domésticos.

Algunas plagas no causan daños especiales, pero su presencia en los hogares es una molestia, como las arañas domésticas, milpiés, ciempiés, moscas de drenaje, algunas clases de hormigas, saltadores y psócidos.

Algunos de ellos como las chinches, los pescados plateados, las polillas de la ropa, las garrapatas cafés de los perros y algunas clases de cucarachas y hormigas pasan toda su vida en los hogares o en los edificios.

Otros insectos viven normalmente en el exterior e invaden los hogares en busca de alimento. Los escarabajos de seto, las moscas de enjambre, los ácaros del trébol, los escarabajos de la hoja del olmo, las cochinillas y las avispas entran a menudo a las casas en otoño en busca de un lugar abrigado en donde pasar el invierno. No se multiplican en las casas ni se alimentan durante el invierno. En los días calientes algunos de ellos pueden recuperar su actividad y penetrar a las habitaciones y todos ellos se saldrán, si es que pueden, cuando llegan los días calientes de primavera.

Un gran número de especies de insectos generalmente no son plagas domésticas, pero pueden entrar ocasionalmente a las casas, a veces en gran número. Cuando las condiciones son favorables para su estancia en ellas o bajo circunstancias especiales, las cochinillas redondas, las viudas negras, los escorpiones, las tijerillas, los psócidos, los picudos, los saltones, los milpiés o los escarabajos de la tierra pueden constituir un grave problema. Además de ellos hay miríadas de especies de escarabajos, mariposas, moscas, avispas, saltamontes de las hojas y otros insectos de intemperie que pueden entrar accidentalmente en las casas o ser atraídos por las luces.

Los establecimientos comerciales encuentran a menudo problemas serios causados por los mismos insectos que constituyen plagas domésticas. Las oficinas, almacenes, restaurantes, bodegas, fábricas y plantas de preparación o empaque de alimentos todos sufren pérdidas causadas por los insectos, que molestan o distraen al personal, que destruyen archivos, que contaminan alimentos o materias primas y que dañan los productos terminados.

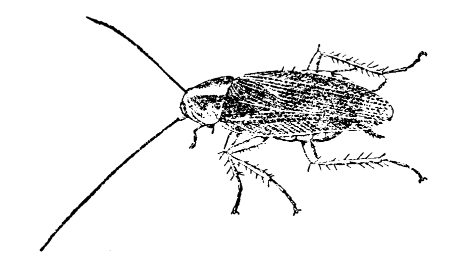
A MEDIDA QUE EL NÚMERO DE CASAS en los Estados Unidos de Norteamérica se hace cada vez mayor de acuerdo con el creciente aumento de nuestra población urbana y que la industria y la producción siguen incrementándose, el problema de los insectos domésticos se vuelve más común y más agudo. Las grandes concentraciones de población y de industria crean condiciones favorables para la fácil propagación y desarrollo de los insectos domésticos y de aquellos que infestan productos almacenados, ya que encuentran gran abundancia de alimentos y numerosos lugares adecuados para vivir y multiplicarse.

La prueba de la creciente importancia del problema es el desarrollo de la industria comercial de represión de plagas aproximadamente desde 1935. El personal de esa industria estima que la cantidad de 50 millones de dólares es un cálculo conservador del volumen anual de los servicios de represión de plagas. Se han organizado más de 700 firmas bajo la Asociación Nacional de Represión de Plagas, cuyo fin principal es la mejoría de los servicios y prácticas comerciales. Varias universidades dan conferencias instructivas y ofrecen cursos cortos, a los que asisten año tras año muchos de los operadores interesados en la represión de plagas. La industria publica, principalmente para su propio uso, un órgano periódico llamado *Represión de Plagas,* que contiene información técnica. La Asociación y algunas de las firmas que la componen dan empleo a entomólogos como directores técnicos y consejeros. En la mayoría de las ciudades hay disponibles actualmente servicios de represión de plagas a cargo de firmas experimentadas y competentes.

Las primeras recomendaciones para la represion de insectos domésticos hacían hincapié en el empleo de petróleo, trementina, bicloruro de mercurio, arsénico blanco y alcanfor, y se usaban comúnmente cebos envenenados. Se atraían las hormigas con trozos de esponja endulzados, que luego se echaban en agua hirviendo. Muy pronto se descubrió el valor del calor para matar insectos en algunas estructuras y edificios. Desde 1864 se mencionó en cierta publicación el "curioso efecto" que producía en las cucarachas el polvo insecticida de Persia (flores de piretro secas y pulverizadas). Cerca de 50 años más tarde se apreció el valor de los extractos de piretro en los rocíos insecticidas.

Poco tiempo después de principios de siglo comenzó a darse atención a los fumigantes. Se descubrieron nuevos y más eficaces fumigantes. Se desarrollaron técnicas para fumigar bodegas, molinos, fábricas y hogares. Ciertos artículos se fumigaban en bóvedas atmosféricas y en cámaras al vacío, y desde 1946 el empleo de los rocíos residuales de DDT, clordano y lindano ha disminuido el número de fumigaciones.

Desde 1920 se ha aprendido mucho sobre la biología y hábitos de las polillas y escarabajos de las alfombras, y durante varios años se estudiaron las soluciones que dan protección contra las polillas. Se encontró que el tratamiento adecuado de las telas con soluciones comunes de sílicofluoruro, que ahora se encuentran



Cucaracha alemana.

disponibles en las tiendas, da un grado aceptable de protección. Los tratamientos comerciales aplicados en las fábricas con el proceso de teñido en caliente dan protección más completa y duradera y resisten mejor al lavado y a la limpieza en seco.

En 1922 se terminó una investigación sobre los cofres de cedro y otros productos de esa madera, y se encontró que si las prendas de lana se guardan en cofres hechos con la madera del centro del cedro rojo oriental, de siete octavos de pulgada de grueso, quedan bien protegidas contra la polilla si no contienen larvas grandes al guardarlas, las que pueden removerse asoleando las prendas, cepillándolas o limpiándolas en seco. Las larvas pequeñas y los adultos mueren rápidamente en los cofres de cedro. Se encontró que la chapa delgada de cedro y el aceite de éste son relativamente ineficaces contra la polilla de las ropas, y estos hechos y otros que resultaron de la investigación se hicieron del conocimiento del público por medio de boletines.

Entre 1920 y 1940 se dio gran énfasis al desarrollo de rocíos aéreos más eficaces así como a los rocíos de contacto. Estos insecticidas tenían que usarse repetida y frecuentemente contra insectos tan difíciles de reprimir como las cucarachas, chinches, escarabajos de las alfombras y garrapatas cafés de los perros.

El DDT, que se introdujo por primera vez en este país en 1942, se empleó prontamente en la represión de chinches, mosquitos, moscas y cucarachas, que son de gran importancia en las Fuerzas Armadas, y en 1946 el DDT quedó disponible para el público en general e inmediatamente se empleó extensamente en los hogares.

Comenzó entonces una nueva tendencia en el campo de la represión de insectos, un desfile de insecticidas clorinados orgánicos y sintéticos, con propiedades residuales, tales como el toxafeno, clordano, metoxiclor, TDE, benzeno, hexacloruro, lindano, aldrina y dieldrina. Algunos tenían propiedades indeseables físicas, químicas o toxicológicas, que los hacían inadecuados para su empleo en los hogares. Otros resultaron menos eficaces que el DDT contra los insectos domésticos, y otros eran más eficaces que el DDT contra ciertas especies o para usos específicos. Durante cierto tiempo hubo gran confusión cuando los productos eran nuevos y había que buscar explicaciones sobre cuál insecticida usar para determinado propósito. La situación es ahora más ordenada, ya que los diversos insecticidas han encontrado su lugar apropiado.

Las bombas de aerosol se vendieron rápidamente cuando se pusieron a disposición de la población civil y a menudo fueron ineficaces o se malgastaron inútilmente. Muchas personas no entendían su uso adecuado ni sus limitaciones y creían que todo lo que había que hacer era abrir la válvula y dejar escapar todo el contenido en un armario o cocina para que murieran todas las polillas o cucarachas que hubiera. Con el tiempo se supo que el rocío de aerosoles no es un fumigante sino una forma altamente eficaz de rocío atmosférico compuesto de partículas extremadamente pequeñas. Había también la creencia errónea de que como muchos aerosoles contenían DDT, debía quedar un depósito residual eficaz después de su uso. Un adelanto más reciente consiste en un rociador que se parece a un recipiente de aerosol y que produce un rocío con partículas más grandes que las que contienen los aerosoles. Este tipo de rociador está diseñado para aplicar un rocío superficial de insecticidas residuales, y ya hay disponibles soluciones para protección contra la polilla en esta clase de rociadores.

Otro adelanto consiste en el descubrimiento de sinérgicos más efectivos para el piretro. Se empleaba antes el aceite de sésamo para aumentar los efectos letales del piretro, y ahora hay disponibles sustancias como el butóxido de piperonil o el *n*-propil isome que son más efectivas.

La represión de los insectos caseros no puede reducirse a términos tan sencillos que un solo insecticida sea suficiente o que baste únicamente un método de aplicación para todos los fines y en todas las condiciones. Sin embargo, los adelantos alcanzados desde 1942 hacen la tarea más fácil de lo que antes era.

Deben entenderse bien unos cuantos principios básicos de la represión.

Las buenas prácticas domésticas y una salubridad absoluta son de importancia primordial en la represión o prevención de las infestaciones de muchas clases de insectos domésticos. Esas prácticas eliminan los insectos, los molestan o hacen que las condiciones sean desfavorables para ellos. La remoción de basuras y desperdicios de alimentos, pelusas, desperdicios de tela u otros materiales, así como otras acumulaciones de desechos, disminuyen los alimentos disponibles para los insectos y los privan de algunos posibles escondites. Si se permite que todo ello permanezca en los hogares, pueden desarrollarse muchas especies de insectos que se propagarán a aquellos lugares en donde causen daños o molestias.

Un médico diagnostica una enfermedad antes de que decida qué medicina emplear o cómo debe administrarse. Cuando se encuentran insectos o los daños causados por ellos, es igualmente importante saber o descubrir de qué clase de insectos se trata a fin de que pueda encontrarse la mejor forma de reprimirlos. Tendrán que usarse diferentes insecticidas contra diversas especies de insectos, y casi seguramente los medios de combatirlos y la forma o lugares en donde deban emplearse insecticidas tendrán que establecerse de acuerdo con la plaga de que se trate.

Si no se puede reconocer el insecto, habrá que mandar algunos ejemplares al entomólogo del Estado, a la estación agrícola experimental, al departamento de entomología de una universidad o a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, Washington, 25, Distrito de Columbia. Si es posible, mándense varios ejemplares. Mátense o inmovilícense con un rocío insecticida si no se pueden capturar fácilmente. Póngase en una botella o frasco pequeño con alcohol al 70% o alcohol para fricciones. Se pueden capturar insectos pequeños con un pincel de pelo de camello humedecido o con la punta humedecida de una pequeña torunda de papel torcido, transfiriéndolos luego al frasco. Empáquese éste en una caja pequeña para evitar que se rompa en tránsito. Si se meten los insectos en un sobre, probablemente se secarán y aplastarán en el correo, haciendo imposible su identificación, aun por un experto. Téngase cuidado de dar el nombre y dirección del remitente y ayudará mucho si se escribe solicitando la identificación de los insectos y enviando cualquiera información sobre el lugar en donde se capturaron, su abundancia, descripción de los daños causados o cualquier otro detalle que pueda parecer importante. La mayoría de las organizaciones mencionadas puede enviar boletines sobre las principales plagas en los que se hallarán recomendaciones para su represión y contestaciones a muchas de las preguntas que puedan hacerse.

Después de que se sepa la clase de insectos de que se trata se sabrá o habrá que descubrir de qué se alimentan, dónde viven o se esconden y cuáles son sus hábitos. Tendrá que buscarse entonces la fuente de infestación y destruir los suministros de alimentos de aquellos insectos tales como las moscas de la fruta, o habrá que corregir ciertos defectos que sean responsables de una invasión de termitas. Si los insectos son hormigas y no termitas habrá que decidir emplear un insecticida, y si esto es necesario, habrá que decidir el insecticida que haya de usarse, ya sea en polvo o líquido, y si es líquido, si hay que aplicarlo como rocío atmosférico rocío de aerosol, rocío de contacto o residual. Habrá que seleccionar el tipo de equipo de acuerdo con la forma del insecticida y el lugar de aplicación, y lo que es más importante que todo, habrá que decidir si se aplica el insecticida que es más eficaz contra cierta plaga determinada. Hay que tener

en cuenta que la aplicación adecuada de un insecticida moderadamente eficaz dará mejores resultados que la aplicación impropia del mejor de ellos.

Las cucarachas pueden reprimirse eficazmente en los hogares con un rocío que contenga 2% de clordano. Es muy importante aplicar este rocío en los lugares en donde se esconden o viven las cucarachas.

La cucaracha norteamericana y oriental vive principalmente en lugares calientes y húmedos tales como túneles de vapor, cuartos de calderas, bodegas, sótanos y en las partes no excavadas de los edificios. Durante tiempo caliente pueden vivir también debajo de los pórticos de entrada, alrededor de los cimientos o en construcciones aisladas.

La cucaracha alemana vive muy cerca de los lugares donde se la encuentra, o aun en ellos mismos, generalmente en las cocinas o cuartos de baño. La cucaracha de rayas cafés vive en esos mismos lugares y también en toda la casa y se las puede encontrar en los muebles, armarios u otros lugares abrigados.

Cuando se apliquen insecticidas en las cocinas, hay que tomar precauciones para no contaminar los alimentos, los trastos o utensilios. Deben quitarse esos artículos de los gabinetes o repisas antes de rociar las rendijas o escondites de las cucarachas, y si es necesario rociar cerca de los utensilios o alimentos, deben emplearse algunos de los insecticidas menos tóxicos, aquellos que contienen diversas combinaciones de piretro, sinérgicos o rotenona, pero habrá que emplear esos rocíos con más frecuencia que los de clordano.

Las plagas de las despensas incluyen varias clases de gorgojos, escarabajos y mariposas que infestan la harina, las masas, los cereales, las especias y otros alimentos secos en el hogar. Cuando ocasionen molestias, localícense los productos infestados y destrúyanse. Límpiense perfectamente las repisas y rocíense las superficies interiores del área de almacenaje con DDT al 5%. Se pueden destruir todas las etapas de estos insectos calentando la mayoría de los alimentos secos en un horno durante media hora a 140° F. Guárdense los alimentos no infestados o tratados al calor en recipientes con cubiertas herméticas.

Los pescados plateados viven en los libreros, en las tablas de los armarios y detrás de los lambrines y contramarcos de ventanas y puertas, y en verano pueden encontrarse en los desvanes donde hay libros y papeles. En invierno pueden encontrarse en las plantas de calefacción. Los pescados plateados se alimentan de sustancias almidonadas, papel tapiz, papel y libros, y a veces dañan gravemente las prendas de rayón.

Se puede aplicar un polvo de DDT al 10% en las rendijas y en aquellos lugares donde no haya objeción a depósitos de polvo. En otros lugares o en las superficies donde no se adhieran los polvos puede aplicarse un rocío de DDT al 5%.

Generalmente las hormigas se reprimen mejor con insecticidas de clordano. Si se pueden localizar, trátense los nidos con polvos al 5% o con rocíos al 2% aplicados en las aberturas de los nidos y alrededor de ellas. Si las hormigas llegan a las casas desde el exterior, generalmente se puede evitar su entrada rociando los dinteles de los pórticos, cimientos y postes de los edificios, o los lados de las casas hasta el nivel de las ventanas. Si las hormigas son de las que anidan en los compartimientos u otros lugares dentro de la casa, generalmente es imposible localizar los nidos. Aplíquese un rocío de clordano al 2% en las aberturas por donde salen las hormigas y en las superficies que las rodean.

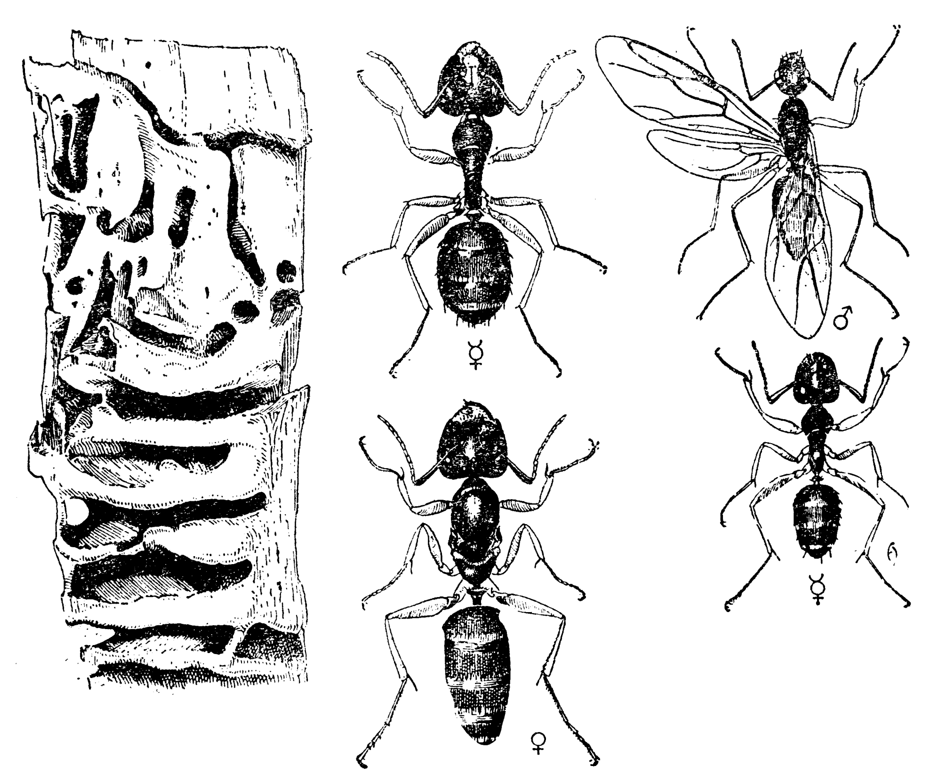
Las larvas de la polilla se alimentan de artículos que contienen lana,

peluche, plumas, pelusa, piel o pelo. Generalmente pasan todo el tiempo en el material de que se alimentan.

Las buenas prácticas domésticas ayudarán a la represión de las polillas, desalojándolas o matándolas y removiendo el material de desperdicio y pelusas en los que puedan alimentarse. Deben rociarse las paredes y tablas de los armarios una a dos veces al año con DDT al 5%. Las polillas o larvas que se arrastren sobre las superficies tratadas morirán. Los aerosoles o los rocíos contra las moscas domésticas matan las polillas o larvas que quedan expuestas a su acción. Sin embargo, esos rocíos no tienen efectos duraderos y deben emplearse a intervalos frecuentes si se desea que sean de algún valor.

Las prendas de lana tales como ropa, cobertores, alfombras o tapices de muebles pueden protegerse de los ataques de las polillas tratándolas con un rocío que contenga 5% de DDT o metoxiclor. Las soluciones de sílicofluoruro dan también buena protección y pueden comprarse en las tiendas bajo nombres tales como Berlou, Guardex, Larvex, Perma-Moth, Per-Mo y Ya-De.

Si los artículos que se van a guardar no se han tratado contra las polillas, deben guardarse en recipientes herméticos con cristales de paradiclorobenzol o escamas de naftalina. Una libra de cristales o escamas es suficiente para un cofre, debiendo esparcirse dentro de los materiales que se guarden. Si se puede disponer de un armario hermético para su almacenaje, úsese una libra de cristales o escamas por cada 100 pies cúbicos de espacio. Colóquense en un recipiente de poco fondo o bolsa de muselina cerca de la parte superior del armario. Séllense



La hormiga carpintera construye largas galerías en la madera muerta, en las que crece su progenie. Se muestran aquí los obreros neutros grandes y pequeños, un macho con alas y una hembra áptera que pone huevos.

las rendijas de las puertas con tela adhesiva o papel engomado y déjense selladas, a excepción de cuando sea necesario entrar.

Los escarabajos de las alfombras, llamados a veces "mariposas búfalo", son insectos muy comunes y causan gran parte de los daños que generalmente se atribuyen a las polillas. Los adultos son pequeños escarabajos negros o moteados de café y blanco, no se alimentan en artículos de lana y a menudo se encuentran en los dinteles de las ventanas, a donde los atrae la luz. Ponen huevos de los cuales se incuban pequeñas larvas cafés cubiertas de pelusa. Las larvas del escarabajo de las alfombras se mueven más que las de la polilla y pueden esparcirse en toda la casa, desde los desvanes hasta los sótanos. Pueden vivir en los pelos, pelusas y demás material orgánico que se acumula en los rincones, en las rendijas de los pisos, detrás de los lambrines, bajo los radiadores, en los compartimientos y otros lugares semejantes. Es muy importante limpiar perfectamente esos lugares hasta donde sea posible. Aplíquese luego un rocío que contenga 2% de clordano o 0.5% de lindano. Úsense estos rocíos solamente en los armarios, alrededor de los lambrines y a lo largo de las orillas de las alfombras o pisos. Para proteger las alfombras, las prendas de ropa, los cobertores y los tapices empléense las mismas sustancias recomendadas para la polilla.

Las arañas caseras no causan daños reales, pero son molestas a causa de las telarañas que tienden debajo de los muebles y en los rincones. Los limpiadores al vacío remueven las telarañas, las arañas y los recipientes de huevos, y si continúan ocurriendo, aplíquese un rocío que contenga 2% de clordano o 0.5% de lindano alrededor de las ventanas, puertas u otros lugares por donde puedan entrar las arañas. Empléese el mismo rocío en los rincones o debajo de los muebles donde pudieran esconderse las arañas.

Los grillos caseros pueden reprimirse mediante rocíos que contengan 2% de clordano o 5% de DDT o con polvos que contengan 5% de clordano o 10% de DDT. Aplíquense los rocíos o polvos alrededor de las entradas y en los armarios, alrededor de los lambrines o en otros lugares donde puedan esconderse los grillos.

Los psócidos o piojos de los libros se multiplican más donde hay mucha humedad y abundan a menudo en las casas nuevas, hasta que el yeso y la madera se secan por completo. Todo lo que pueda hacerse para aminorar la humedad ayudará a reprimirlos.

Los insectos viven en las hendiduras, en los intersticios de los muros o en los mismos muros. Puede aplicarse un rocío de 2% de clordano o de 0.5% de lindano a las hendiduras o lugares abrigados. Cuando haya necesidad de tratar todos los muros o cielos, úsese un rocío de DDT al 5%. Los rocíos contra las moscas domésticas matarán los psócidos que alcancen, pero no tienen efectos duraderos.

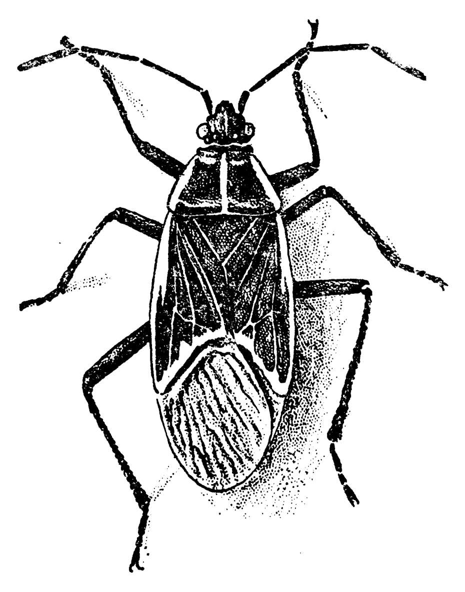
Si los psócidos infestan los alimentos secos en las cocinas, síganse las sugestiones dadas para la represión de plagas de las despensas.

Las chinches se reprimen fácilmente con un rocío de DDT al 5% que debe aplicarse ligeramente pero en forma completa a los colchones y tambores infestados y a la superficie de los muros cercana a las camas. Deben rociarse también los muebles acojinados en caso de quedar infestados.

Las avispas, avispones e insectos semejantes pueden anidar en las casas durante el verano o pueden hacer nidos en el suelo, en los céspedes o jardines.

Un rocío o polvo de clordano o DDT aplicado en los nidos matará los insectos. Espérese hasta el crepúsculo o hasta que caiga la noche para usar el insecticida, ya que entonces todos los insectos están en sus nidos y están tranquilos, lo que evitará las picaduras.

Un rocío de DDT en los alambrados, pórticos y alrededor de las ventanas y puertas ayudará a evitar que las avispas entren a las casas. Algunas especies de avispas penetran a los desvanes o muros de las casas durante el invierno, y la obstrucción de esas posibles entradas alrededor de los canales de desagüe, contramarcos de ventanas u otros lugares ayudará a evitar su entrada, pudiendo emplearse rocíos o polvos de clordano o DDT para matar las que logren penetrar.



Escarabajo de los bojes o setos.

La represión de las termitas puede ser relativamente fácil en algunos casos o muy difícil en otros. Las medidas de represión requeridas varían con las circunstancias relacionadas con la infestación. No pueden darse aquí muchos detalles sobre las medidas de represión satisfactorias. Si ocurre una infestación de termitas estúdiese un buen boletín antes de hacer el trabajo por sí mismo o llámese a alguna persona adiestrada en la represión de plagas.

Las termitas subterráneas viven en nidos en la tierra y deben mantener contacto dentro de ella con la humedad y con la madera en donde actúan. El principio básico de toda represión de termitas es la destrucción de la línea de contacto entre la tierra y la madera, lo que puede hacerse de varios modos, incluyendo cambios estructurales, barreras mecánicas y aplicación de venenos en la tierra.

Las moscas de la fruta o mosquitos del vinagre viven en las frutas maduras, jaleas, basura, legumbres podridas, alrededor de las roturas o goteras de los recipientes de frutas o en dondequiera que puedan encontrar material de plantas en fermentación. La rápida remoción de la basura y la conservación de ésta en recipientes herméticos ayudará a evitar la producción de grandes cantidades de esas moscas. El tratamiento de los alambrados y pórticos con un rocío de DDT al 5% ayudará a evitar que penetren en las casas. Se pueden emplear aerosoles o rocíos contra estas moscas para matar las que se encuentren en una casa. Si las moscas se desarrollan dentro de ella, no se obtendrá una represión satisfactoria sino hasta que se descubra la fuente de infestación y se elimine o destruya.

L. S. Henderson *es el ayudante en jefe de la división de investigaciones sobre insectos de productos almacenados de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Tiene dos doctorados concedidos por la Universidad de Kansas. Ha estado relacionado con el Departamento de Agricultura desde 1938 y llevó a cabo investigaciones sobre pruebas de insecticidas y represión de insectos domésticos hasta 1946, cuando se convirtió en ayudante en jefe de la división de insectos que afectan al hombre y a los animales. Se le designó para su puesto actual cuando se estableció la nueva división en octubre de 1951.*

Los mosquitos

Harry H. Stage

Los mosquitos han molestado al hombre y minado su salud durante muchos siglos. Estas voraces plagas que succionan la sangre se vuelven en ocasiones lo suficientemente numerosas para matar el ganado. Han impedido el desarrollo industrial y agrícola en muchas partes del mundo. Simplemente como plagas molestas han hecho imposible la conversión de grandes áreas en lugares de veraneo, pero todas estas pérdidas son ligeras si se comparan con los daños causados a los seres humanos por los mosquitos como propagadores de la malaria, de la fiebre amarilla, del dengue, de la filariasis y de la encefalitis. Casi todos los niños de las escuelas conocen la relación que existe entre los mosquitos, la malaria y la fiebre amarilla, y hay pocos insectos que se hayan estudiado tan a fondo o sobre los que se haya escrito tanto, pero sólo en los últimos 50 años se han desarrollado métodos de represión económicos y eficaces. Estos métodos son el resultado de extensas investigaciones de los entomólogos, ingenieros, malariólogos, médicos, químicos y otros.

Hay más de 2,000 especies diferentes de mosquitos y todos tienen diversos hábitos de vuelo, preferencias alimenticias y requisitos climatológicos. Los mosquitos se crían solamente en el agua, pero pueden producirse grandes enjambres en cantidades extremadamente pequeñas de agua, ya sea estancada o limpia, salada o dulce. No sólo se crían en extensos pantanos, sino también en llantas de automóvil abandonadas, agujeros en los árboles, canalones de lluvia y las horquillas de algunas plantas.

La mayor parte de la actual investigación sobre los mosquitos se relaciona directamente con los métodos para destruirlos. Sin embargo, antes de que esto se logre de manera económica, debemos primero poder diferenciar las distintas especies. Los problemas de clasificación han dado origen a gran cantidad de trabajos biológicos cuyas implicaciones van más allá de los objetivos prácticos inmediatos. Tal vez parezca que los estudios biológicos ponen demasiado énfasis en la morfología y taxonomía en las obras de entomología, pero si no fuera por ello sería imposible referirnos con precisión a una especie determinada de mosquitos entre un total de 2,000 que existen en el mundo entero y que tienen relaciones definidas. En todos los idiomas, por ejemplo, el nombre *Culex pipiens* se refiere solamente a una especie de ser viviente.

La investigación taxonómica sobre los mosquitos comenzó con Linneo, el padre de la zoología sistemática. En 1735 dio el nombre de *Culex* a los primeros géneros de mosquitos, y la décima edición de su *Systema Naturae,* publicada en 1758, fue el principio de la nomenclatura sistemática de todos los animales. En esa obra encontramos el género *Culex* con 6 especies incluidas, pero sólo una de ellas, la *Culex pipiens,* se reconoce actualmente como especie real de mosquitos. En 1818 J. W. Meigen describió los géneros *Aedes* y *Anopheles* y en 1827 J. B. Robineau-Desvoidy añadió los géneros *Sabethes, Psorophora* y *Megarhinus.* Posteriormente en el siglo XIX hubo otros intentos de clasificación encabezados por F. Lynch-Arribálzaga, quien aceptó todos los géneros antiguos y propuso otros nuevos.

Cuando se supo la importancia de los mosquitos como propagadores de enfermedades a fines de la década de 1890, se aceleró considerablemente el estudio

de su clasificación. El principal investigador que efectuó trabajos de clasificación de los mosquitos en aquel período fue F. V. Theobald, quien de 1901 hasta 1910 publicó una monografía de cinco volúmenes sobre los Culicidas, familia que incluía todos los mosquitos que conocía. Se describieron en ella muchos nuevos géneros y especies, a los que se dieron nombres científicos, pero su clasificación se basaba en características superficiales de los adultos que las investigaciones subsecuentes demostraron que no eran de fiar. Un poco más tarde, en 1912, H. G. Dyar, F. Knab y D. W. Coquillett publicaron las características de las larvas y adoptaron caracteres adultos más precisos. Dyar continuó sus investigaciones sobre la clasificación de los mosquitos, y en 1929 la Institución Carnegie publicó su obra *Los Mosquitos de las Américas,* que era una revisión de los volúmenes anteriores de L. O. Howard, Dyar y Knab, que incluía muchas especies nuevas y que aumentaba también el alcance geográfico de los conocimientos de Dyar a todo el Hemisferio Occidental.

La actual clasificación de los mosquitos quedó firmemente establecida por F. W. Edward en 1932 en la obra de Wytsman *Genera Insectorum.* La familia Culicida, según lo estableció Edward, consistía de 39 géneros y unas 1,400 especies. Desde entonces se han descrito nuevos géneros y cierto número de especies nuevas y se han hecho muchos cambios en su nomenclatura. Durante la Segunda Guerra Mundial los entomólogos militares descubrieron más de 200 nuevas especies de mosquitos, encontrándose la gran mayoría de ellas en el área del Pacífico.

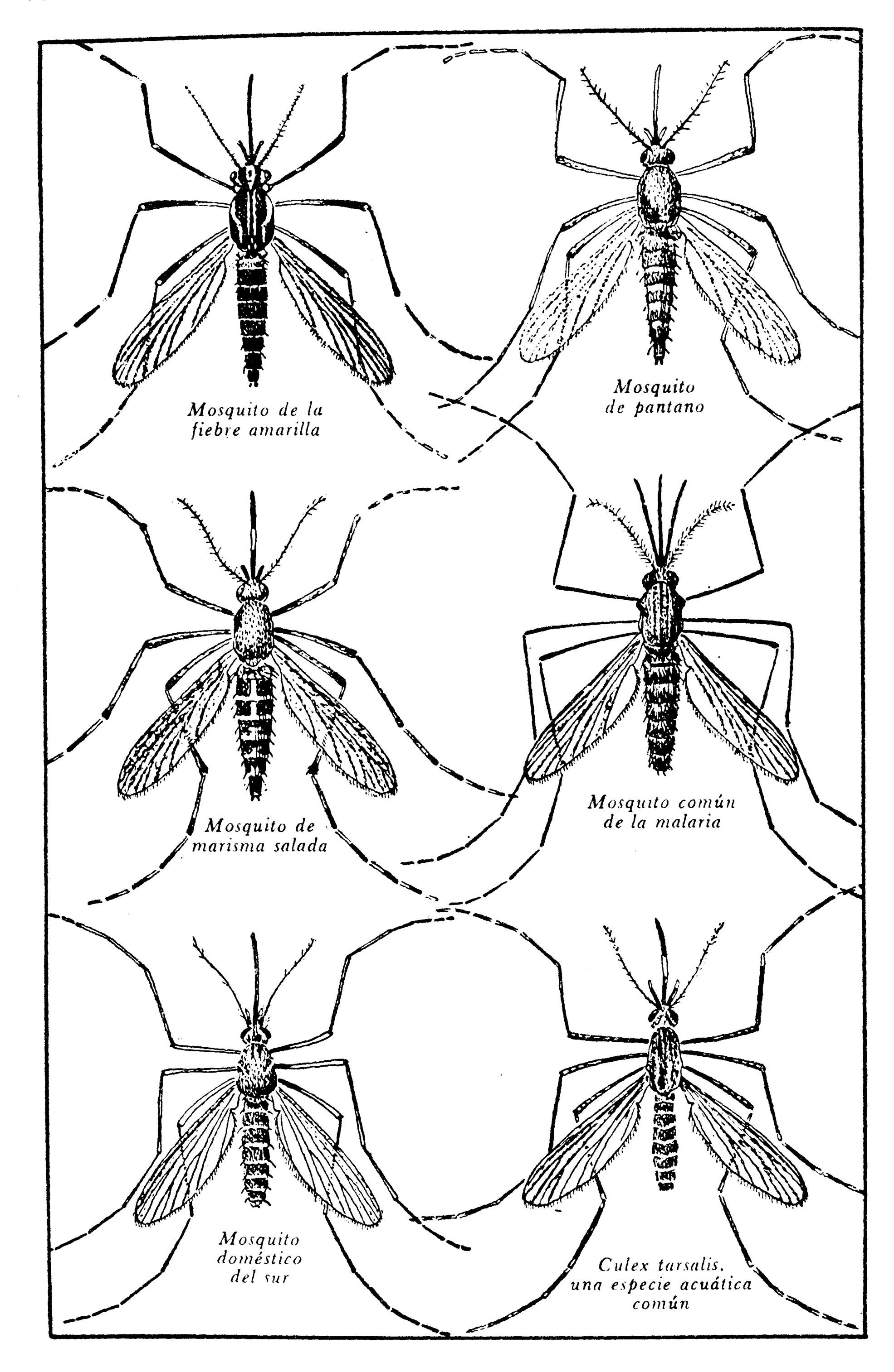
La clasificación de los mosquitos en la actualidad se encuentra probablemente en mejores condiciones que la de cualquier otro grupo comparable de insectos, ya que se basa en profundos estudios de la morfología de los adultos, huevos, larvas y crisálidas, así como en informaciones biológicas. Ha habido importantes publicaciones sobre la fauna de mosquitos en Surinam, Australia, India, Filipinas, Etiopía, Egipto y las Américas, y están en preparación otras más. Queda mucho por hacer para describir las especies que existen en lugares poco accesibles, las larvas y crisálidas que se desconocen en la actualidad, y especialmente para aclarar la situación relativa a especies estrechamente relacionadas, tales como los complejos de *Culex pipiens* y *Anopheles maculipennis.*

Las investigaciones en biología e historia vital de los mosquitos se iniciaron alrededor de 1670 por Jan Swammerdam, de Holanda. En 1691, P. Bonanni, de Italia, estudió y describió la historia vital del mosquito común europeo *Culex pipiens.* Aproximadamente 25 años más tarde René de Reaumur, en Francia, estudió el mismo mosquito, y su descripción del desarrollo de esa especie se aceptó hasta 1886, año en que el Departamento de Agricultura publicó la primera historia vital completa del *Culex* norteamericano, escrita por Howard.

Un alemán, W. Raschke, estudió las larvas de un *Culex* europeo en 1887 y en 1890 un inglés, G. H. Hurst, escribió sobre la etapa de crisálida del *Culex.* Tanto Raschke como Hurst incluyeron observaciones sobre la fisiología de los tubos respiratorios, las cubiertas de agallas y las tráqueas por medio de los cuales respiran los mosquitos.

En 1892 Howard había terminado la historia vital del mosquito casero del Sur, y en 1896 publicó ilustraciones del huevo, larva, crisálida y adulto del mosquito casero del Norte, el mosquito común de las cercanías de Washington a principios del verano y, por tanto, un sujeto apropiado para que Howard se interesara en él. Poco tiempo después siguió a esa investigación la primera historia completa del mosquito común de la malaria.

El Departamento de Agricultura publicó en 1900 las *Notas sobre los Mosquitos de los Estados Unidos de Norteamérica,* de Howard. En ellas describía su anatomía y biología y sugería medidas prácticas de represión que sirvieron de base y guía a W. C. Gorgas y J. A. Le Prince para la extirpación de los mosqui-


Mosquito de la fiebre amarilla
Mosquito de pantano
Mosquito de marisma salada
Mosquito común de la malaria
Mosquito doméstico del sur
Culex tarsalis, una especie acuática común

tos en La Habana. El siguiente año publicó su obra *Los Mosquitos, cómo viven, cómo propagan las enfermedades, cómo se clasifican y cómo pueden destruirse,* un libro de 241 páginas que contenía un capítulo sobre las características taxonómicas de varios géneros de mosquitos comunes y una extensa descripción de los remedios que se sugerían contra los mismos. Howard manifestó que los resultados de la investigación se publicaban "en el momento psicológico" y el libro se distribuyó extensamente entre los miembros del Cuerpo Médico del Ejército. Pronto se pusieron en práctica sus recomendaciones por las autoridades responsables de la construcción del Canal de Panamá.

G. M. Giles, un naturalista inglés de la Inspección Marítima de la India, publicó en 1900 un manual sobre los mosquitos que contenía los resultados de gran número de investigaciones sobre la historia vital de los mismos y las condiciones que afectaban su abundancia, y en 1902 publicó una edición aumentada de más de 500 páginas.

Unos cuantos años más tarde, haciendo hincapié en la falta de información que mostraban sus libros y monografías, Howard obtuvo fondos de la Institución Carnegie de Washington para financiar la preparación de una extensa monografía titulada *Los Mosquitos de la América del Norte, de la América Central y de las Indias Occidentales,* escrita por él mismo en colaboración con Dyar y Knab. La preparación de los dos primeros volúmenes, que aparecieron en 1912, requirió muchos estudios e investigaciones, habiéndose publicado otro volumen en 1915 y otro más en 1917. Esos cuatro volúmenes fueron una notable contribución a las investigaciones sobre la biología de los mosquitos en el Hemisferio Occidental.

John B. Smith, de la Estación Agrícola Experimental de New Jersey, publicó en 1904 un informe monumental sobre sus investigaciones de los hábitos e historia vital de los mosquitos de New Jersey. Thomas J. Headlee revisó ese informe en 1915, 1921 y 1945, y en la tercera revisión Headlee manifestó que la mayoría de los capítulos sobre biología que se publicaron por primera vez en 1904 se habían empleado en la última edición, porque los trabajos de investigación de Smith y sus ayudantes eran tan fundamentalmente precisos que constituían todavía la base principal de los modernos procedimientos para la represión de los mosquitos.

Aunque la investigación biológica sobre los mosquitos se ha dificultado algo debido a los complejos problemas de clasificación, se ha acumulado una voluminosa literatura sobre la historia vital y biología de esos insectos, aunque los informes originales se encuentran grandemente esparcidos en buen número de publicaciones científicas en varios idiomas.

No fue sino hasta 1949 cuando se publicó una obra detallada sobre la biología de los mosquitos, o *La Historia Natural de los Mosquitos,* como prefirió llamarla su autor, Marston Bates. Por medio de informes sobre sus propias investigaciones y compilaciones de miles de notas e informes de otros técnicos de todas partes del mundo, Bates preparó una de las escasas obras sobre la biología de una familia de insectos. Sus trabajos e interminables investigaciones proporcionaron un sumario detallado de los comportamientos conocidos en las etapas adultas, proceso de postura de huevos, tiempo y lugar de los vuelos, longevidad, distribución por estaciones, comportamiento sexual, preferencias alimenticias, distribución, desarrollo de los huevos, reacciones de las larvas a medios físicos y químicos, hábitos de éstas y clasificación de la multitud de lugares de habitación de las mismas. A pesar de todos esos conocimientos sobre la biología de los mosquitos, el autor concluyó diciendo que faltaba todavía información minuciosa y detallada necesaria para llevar a cabo definiciones claras y precisas de las características de habitación de unas 2,000 especies de mosquitos.

Desde la publicación de las obras de Howard, Dyar y Knab han ocurrido tres series de investigaciones altamente significativas. S. B. Freeborn y R. F. Atsatt, determinaron en 1918 que en su mayoría las larvas de los mosquitos mueren debido a las propiedades tóxicas de los aceites de petróleo que penetran a los tejidos traqueales más bien que por la sofocación producida por la capa de aceite en el agua.

N. H. Swellegrebel y A. de Buck, en Holanda, encontraron a principios de la década de 1930 que dos mosquitos holandeses transmisores de la malaria pertenecían a dos especies diferentes; es decir, que las preferencias alimenticias de los adultos, hábitos de procreación y lugares de habitación de las larvas eran completamente diferentes, aunque las estructuras morfológicas de las dos especies eran casi idénticas. La minuciosa investigación llevada a cabo por esos técnicos demostró que esas especies estaban definitivamente separadas por barreras de esterilidad.

C. M. Gjullin, C. P. Hegarty y W. B. Bollen informaron en 1941 sobre la necesidad de las bajas concentraciones de oxígeno para la incubación de los huevos del mosquito *Aedes*. Encontraron que cualquier método químico o físico producía la incubación si se disminuía el contenido de oxígeno del agua, concluyendo que las bacterias de otros organismos estimulan la incubación de los huevos del *Aedes* al disminuir el contenido de oxígeno del agua que cubre los huevos del *Aedes*, que normalmente se depositan en terreno "seco". Esto contradice la creencia primitiva de que el calor, el frío o la sequía, al causar un llamado acondicionamiento del período de incubación, constituyen un preludio necesario para dicha incubación.

La gran importancia de un conocimiento completo de la biología o historia vital de los mosquitos puede demostrarse mejor con las actividades reales de represión de los mosquitos o de la malaria. Por ejemplo, sería inútil intentar la represión de la malaria en Trinidad destruyendo las larvas de los mosquitos transmisores de la enfermedad en los estanques, arroyos y charcos, porque las larvas del vector principal de la enfermedad en Trinidad se encuentran solamente en el agua de las horquillas de ciertas plantas aéreas que crecen en árboles muy altos. Las molestias causadas por los mosquitos a 20 ó 30 millas de las marismas saladas no pueden disminuirse mediante la simple destrucción de las larvas que aparecen en los barriles de aguas de lluvia, latas vacías y otros recipientes cercanos a los hogares. Deben conocerse muchos otros factores basados en ciertas diferencias en la biología de los mosquitos antes de que se pueda llevar a cabo un programa de represión con éxito.

La transmisión de las enfermedades por los mosquitos ha suministrado el incentivo para una intensa investigación en muchas partes del mundo, y el desarrollo de las historias de prevención de las enfermedades mediante la represión de los mosquitos transportadores ha constituido un drama lento a través de los años en la entomología médica.

Hace 100 años que dos médicos, Josiah Nott, de Mobile, Alabama, y Louis D. Beuperthuy, de las Indias Occidentales, arguyeron que los mosquitos eran responsables de la propagación de la fiebre amarilla. Un poco más tarde e independientemente, el doctor Carlos Finlay, de La Habana, concibió la idea de que los mosquitos transmitían esa enfermedad. Sin embargo, en 1877, cuando las investigaciones de Sir Patrick Manson demostraron que en el estómago de los mosquitos caseros del Sur se desarrollaban lombrices filarias, después de picar a un ser humano en cuya corriente sanguínea hubiera embriones de las mismas lombrices filarias, se tuvo la prueba de la contribución de los mosquitos en la enfermedad. Sir Patrick observó más tarde que esas lombrices se desarrollaban en los estómagos de mosquitos de prueba, y finalmente localizó su migración a

través de las paredes estomacales hasta la cavidad abdominal y de allí a los músculos torácicos. En 1899 G. C. Low, de Londres, encontró las lombrices en las probóscides de los mosquitos, de donde fluían con la saliva a la sangre de las víctimas, completando así el ciclo. Se obtuvieron en esa forma las primeras pruebas de que en los estómagos de los mosquitos se albergaban parásitos de la sangre humana sin dañar al parásito y sin ser dañados por éste.

A pesar de las investigaciones de Sir Patrick, se dio poca atención a su siguiente teoría de que los mosquitos podrían succionar en igual forma los parásitos de la malaria que las lombrices filarias en la sangre humana, pero un cirujano escocés del Ejército, Ronald Ross, inició sus propias investigaciones sobre la malaria en 1895. Aparentemente Ross, que estaba trabajando en la India en aquel tiempo, fue la única persona que efectuara investigaciones activas sobre la relación de los mosquitos con la malaria. Después de más de dos años de enérgicos trabajos, que comprendieron muchas disecciones de mosquitos, el 20 de agosto de 1897 Ross encontró un parásito de la malaria en la pared estomacal de un mosquito *Anopheles.* El descubrimiento se confirmó en 1898 por B. Grassi y en 1899 por R. Koch.

Un año más tarde Ross añadió un descubrimiento de mayor significación cuando precisó el ciclo vital de la malaria de los pájaros que se transmite por los mosquitos *Culex,* por lo que debe darse crédito a Ross por la comprobación del ciclo completo de la malaria desde un pájaro infectado a un mosquito *Culex* y de nuevo a otro pájaro. Aunque Ross debió llevar adelante esta importantísima y fundamental investigación, pronto se le encargó de otro proyecto y sólo pudo continuar sus investigaciones sobre la malaria en el hombre en su tiempo libre. Sin embargo, se le reconocieron sus méritos y se le concedió el Premio Nóbel en 1902, habiéndosele concedido un título un poco más tarde como recompensa a sus importantes descubrimientos.

Las investigaciones de Ross sobre la malaria de los pájaros pronto se confirmaron por otros sabios. En 1898 un italiano, A. Bignami, logró infectar a un hombre en forma experimental con la malaria mediante la picadura de un mosquito *Anopheles,* y Sir Patrick Manson contribuyó en 1900 con la dramática confirmación de la transmisión de la malaria cuando en Londres su hijo se dejó picar deliberadamente por un mosquito *Anopheles* infectado enviado desde Italia por el profesor G. Bastianelli. Quince días más tarde el hijo de Manson contrajo la malaria.

Aunque el doctor Finlay presentó la teoría de la relación existente entre el mosquito y la fiebre amarilla desde 1861, no se dio crédito a sus investigaciones sino hasta 1900, cuando la Comisión del Ejército sobre la Fiebre Amarilla, encabezada por Walter Reed y sus asociados James Carroll, Jesse W. Lazear y A. Agramonte, anunciaron los resultados de sus experimentos, en los cuales se había transmitido la fiebre amarilla mediante la picadura de un mosquito infectado *Aedes aegypti.* Carroll y Lazear permitieron que les picaran mosquitos que se habían alimentado previamente en un paciente de fiebre amarilla. Ambos contrajeron la enfermedad y Lazear murió a consecuencia de ella, mártir de la investigación científica.

T. L. Bancroft, que trabajaba en Australia, publicó pruebas en 1906 de que los *Aedes aegypty* infectados transmitían el dengue, y desde entonces se ha encontrado que los mosquitos *Aedes albopictus* y *Armigeres obturbans* son capaces de transmitir el virus de la fiebre del dengue. Sin embargo, las investigaciones sobre este virus han sido muy limitadas porque no se conoce un animal adecuado en el que puedan efectuarse trabajos de experimentación.

Los mosquitos se asociaron por primera vez con los virus de los animales en 1900 con las investigaciones de Reed, Carroll, Agramonte y Lazear, pero no se tuvieron pruebas positivas de que el agente que causaba la fiebre amarilla fuera

un virus hasta que W. A. Sawyer, S. F. Kitchen y sus asociados de la Fundación Rockefeller publicaron un informe sobre sus experimentos en 1930. Desde entonces la investigación ha añadido gran cantidad de información sobre varios virus de los mamíferos que son transmitidos por los mosquitos. Los experimentos de R. A. Kelser, cuyos resultados se publicaron en 1933, demostraron por primera vez que los mosquitos podían transmitir la encefalomielitis equina del Oeste. Después de que se publicaron en 1940 los resultados de las extensas investigaciones de laboratorio y campo de W. M. Hammond, W. C. Reeves y otros, se supo que el *Culex tarsalis* era el culpable de la transmisión de la enfermedad del sueño en los caballos, y desde entonces se han encontrado otras especies de mosquitos transportadoras de enfermedades.

Las pocas investigaciones que he mencionado son un ejemplo de los muchos descubrimientos que han demostrado el papel principal de los mosquitos en la propagación de enfermedades que afectan al hombre y a los animales. Hasta hace 30 ó 40 años casi todos esos descubrimientos fueron hechos por médicos, pero ilustran el valor de los conocimientos sobre entomología. Se ha creado así un nuevo concepto de esta ciencia que ha acelerado grandemente las investigaciones sobre entomología médica. El campo es fértil y hay gran necesidad de entomólogos con amplios conocimientos de las ciencias biológicas. La investigación sobre mosquitos y enfermedades constituye un reto a los intelectos más agudos.

Aparentemente el aceite fue la primera sustancia empleada para la represión de las larvas de mosquitos. Antes de 1800 se recomendaba su uso en el agua en Europa y América. El doctor Howard, que entonces tenía apenas 10 años, probó en 1867 el uso de aceite mineral contra las larvas de mosquitos en un abrevadero para caballos. La señora C. B. Aaron, en su tratado premiado de Lamborn publicado en 1890, dio los resultados de sus investigaciones sobre la destrucción de larvas de mosquitos con petróleo. Entre 1892 y 1896, Howard empleó esa información de manera práctica al librar dos localidades de la plaga de los mosquitos.

Howard en 1893 y Ross en 1900 recomendaron el empleo de aceites de petróleo y parafina en aguas infestadas y sugirieron que se desaguaran, rellenaran o trataran con aceite todos los charcos en donde se criaban mosquitos. Poco tiempo después se llevaban a cabo esas medidas como parte de un programa de represión de la malaria en África Occidental.

A. Celli y O. Casagrandi en 1899 publicaron un folleto titulado *Sobre la destrucción de mosquitos. Contribución al estudio de las sustancias que los destruyen.* Esos dos italianos probaron una gran variedad de sustancias entonces disponibles, pero sólo dos, la parafina y una anilina que llamaron Larycith, resultaron venenosas. Empleado en proporción de una parte en 7,000 de agua el Larycith mató todas las larvas en 24 horas y se consideró inofensivo para el hombre, los animales y las plantas. Era barato y más permanente que la parafina.

En 1900 varias comunidades habían comenzado a emplear aceites como larvicidas de los mosquitos.

En New Jersey, John B. Smith inició en 1900 una larga y persistente lucha contra los mosquitos. Desde entonces los expertos en su represión en ese Estado, encabezados primeramente por Smith y más tarde por T. J. Headlee, han efectuado un trabajo monumental de investigación sobre el perfeccionamiento de los métodos de represión contra las especies de mosquitos de las marismas en aquel Estado.

La primera conferencia pública de Howard sobre la exterminación de mosquitos se efectuó en New Jersey en mayo de 1901. Esa conferencia fue el verdadero principio de un esfuerzo concertado en gran escala contra los mosquitos en nuestro país. A medida que la Asociación para la Exterminación de los

Mosquitos en New Jersey inició sus trabajos en 1912, los directores de los distritos afectados comenzaron a hacer hincapié sobre la necesidad de un larvicida eficaz que pudiera emplearse sin riesgo en dondequiera que hubiera peces, animales de sangre caliente y plantas.

D. L. Van Dine estableció en 1903 21 reglas sencillas basadas en las investigaciones de Howard, que deberían seguirse para la represión de los mosquitos en Hawaii. Esas reglas se imprimieron en cartelones en 5 idiomas e incluían sugestiones prácticas sobre el empleo del aceite mineral en las aguas que contuvieran larvas de mosquitos.

La sustancia que seguía en importancia para la destrucción de las larvas de los mosquitos fue el llamado Larvicida del Canal de Panamá, desarrollado en 1904, y que se preparaba mezclando 150 galones de resina carbólica de madera en bruto (grado E) y 30 libras de hidróxido de sodio comercial en 6 galones de agua. Se hacía un rocío diluyendo una parte de este concentrado en 5 partes de agua.

El descubrimiento de M. A. Barber y T. Haynes del valor del verde de paris contra las larvas del *Anopheles* en 1921 revolucionó la represión de la malaria. En 5 ó 6 años prácticamente todas las organizaciones mundiales para su represión empleaban este larvicida anofelino relativamente barato y eficaz. En 1923 W. V. King y G. W. Bradley probaron su aplicación desde un aeroplano. Desde entonces hasta el desarrollo del DDT en 1942 el verde de paris era el larvicida que se empleaba comúnmente contra los mosquitos de la malaria. Los sabios de todo el mundo trataron de incorporar el verde de paris con otras sustancias a fin de hacerlo eficaz contra otras especies de mosquitos, pero no tuvieron mucho éxito.

J. M. Ginsburg, un bioquímico de la Estación Agrícola Experimental de New Jersey, comenzó a hacer investigaciones sobre larvicidas de mosquitos en 1926, y los boletines anuales informando de los resultados de sus estudios han aumentado grandemente nuestros conocimientos. Los investigadores en varias partes del mundo comenzaron a estudiar lentamente las combinaciones aceitíferas para la represión de larvas de mosquitos, y en 1924 A. S. Hurwood, de Australia, combinó 70 partes de petróleo y 30 partes de aceite residual para hacer una película extensible y duradera. En 1927 Ginsburg encontró que las propiedades deseables de un aceite para la represión de mosquitos podían aumentarse considerablemente añadiendo ácido cresílico en bruto. En 1930 Ginsburg publicó por primera vez un informe sobre el empleo de emulsiones de aceite de piretro como agentes para la represión de los mosquitos, y este larvicida de mosquitos, bien conocido en New Jersey, se considera hasta la fecha como el único material seguro para su empleo en estanques de peces y de ornato.

La adición de un agente emulsificante al 4% al aceite Diesel en 1943 por E. F. Knipling, C. M. Gjullin y W. W. Yates, no sólo aumentó la eficacia del aceite cuando se aplicaba como emulsión contra las larvas y especialmente contra las crisálidas, sino que disminuyó grandemente los costos de operación. Sólo se requerían 6 galones de aceite en forma de emulsión por acre de superficie de agua en vez de los 20 a 60 galones por acre que se recomendaban previamente.

Durante la Segunda Guerra Mundial se aceleró grandemente la investigación sobre entomología médica y gran parte de ella se dirigió contra las especies de mosquitos transmisoras de enfermedades. Las agencias militares necesitaban un larvicida de mosquitos más eficaz que los compuestos de arsénico y los aceites de petróleo que se empleaban extensamente para la protección de las Fuerzas Armadas. A solicitud de la Armada de los Estados Unidos de Norteamérica, la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas construyó un laboratorio en Orlando, Florida, a principios de 1942, para efectuar investigaciones sobre métodos mejorados para la represión de los mosquitos transmisores

de enfermedades y un repelente más satisfactorio para evitar las picaduras de esos insectos. Los entomólogos y químicos encargados del proyecto contribuyeron con todas las primeras recomendaciones a las autoridades militares sobre el uso del DDT como larvicida de mosquitos, y desde 1942 hasta que aminoraron las investigaciones del laboratorio en 1945, se evaluaron más de 6,000 sustancias químicas como larvicidas de mosquitos.

En 1945 C. C. Deonier, R. W. Burrell, E. Nottingham, J. D. Maple, J. H. Cockran, H. A. Jones, P. M. Eide, C. B. Wisecup y otros publicaron informes de sus estudios preliminares de campo sobre el DDT como larvicida de mosquitos. Preparado debidamente, encontraron que el DDT era por lo menos 25 veces más tóxico para las larvas de los mosquitos anofelinos que el verde de paris. Cuando se aplicó una solución aceitosa conteniendo 5% de DDT en dosis de 0.1 a 0.4 libras de DDT por acre de superficie de agua no causó daños a las plantas, peces o animales de sangre caliente. Tan pronto como se descubrió que el DDT en aceites, emulsiones o polvos era eficaz contra las larvas de mosquitos en el laboratorio y bajo condiciones de campo, los entomólogos del laboratorio de Orlando cooperaron con la Administración del Valle de Tennessee en el verano de 1943 para probar su valor contra las larvas del *Anopheles* cuando se dispersaba por medio de aviones. Debido a sus propiedades físicas los polvos de DDT eran difíciles de aplicar con el equipo disponible y en esas pruebas el DDT demostró muy poca superioridad práctica sobre el verde de paris. En el otoño de 1943, los entomólogos de Orlando probaron los rocíos de DDT hechos desde aviones contra las larvas de los mosquitos de marisma. C. H. Husman, del mismo laboratorio, diseñó un equipo especial para aplicar esos rocíos, y en la primavera de 1944 A. W. Lindquist y Husman emplearon por primera vez pequeñas avionetas contra las larvas de mosquitos en las selvas de Panamá. A estas pruebas siguieron otras en enero de 1945 en las que los entomólogos del Ejército y del laboratorio de Orlando trabajaron en conjunto empleando aviones grandes. Se obtuvieron excelentes resultados con pequeñas dosis de 1 a 2 cuartos de galón por acre.

Los rocíos que contienen DDT se emplean extensamente en la actualidad como larvicidas de mosquitos y se considera esa sustancia como la más eficaz y segura entre los nuevos hidrocarbones insecticidas.

Se han efectuado investigaciones sobre la represión de las larvas de los mosquitos por ingenieros, entomólogos y otros en muchas partes del mundo por medio de peces, obras de desagüe, construcción de diques y rellenado de sitios bajos, y en algunos lugares estos métodos han proporcionado una represión permanente, aunque los costos iniciales han sido altos.

La administración de los distritos en que se han disminuido los mosquitos en California, Illinois, Florida, Virginia, New York, New Jersey y otros Estados, ha hecho significativas contribuciones para modificar los actuales modelos de palas mecánicas, grúas, excavadores de canales, arados de pantano e implementos de mano, y probablemente en ninguna parte del mundo se ha estudiado tanto y se ha empleado tanto tiempo en el diseño de equipo mecánico para usarse en las marismas como en New Jersey.

La represión de los mosquitos es una gran industria. Los administradores de los distritos en que se han disminuido los mosquitos en todo nuestro país han encontrado problemas difíciles relacionados con áreas de gran extensión y los han resuelto por medio del empleo de "comadrejas" anfibias con carriles de oruga de 3/4 de tonelada, aviones pequeños y grandes, aplicadores de nieblas insecticidas, equipos rociadores hidráulicos, palas mecánicas, "ángeles de los pantanos" y "comehierbas" (diferentes tipos de tractores y equipo anfibio).

Se han efectuado extensas investigaciones sobre el manejo de los niveles de agua como medio de disminuir las poblaciones de mosquitos y evitar así la mala-

ria. En 1882 C. B. Chapin, de Rhode Island, escribió sobre los brotes de malaria adyacentes a las aguas estancadas a lo largo de los terraplenes de las vías férreas. La construcción de la presa Hales Bar para la generación de energía eléctrica en 1912 en el río Tennessee creó un foco epidémico de malaria que duró más de 35 años. Hubo epidemias de malaria después de la construcción de otras obras de ese género y algunas de ellas resultaron en juicios que entablaron los habitantes que contrajeron la enfermedad.

El programa de desarrollo regional concebido por la Administración del Valle de Tennessee en 1933 proporcionó una rara oportunidad para el estudio del manejo del agua aplicado a la represión de los mosquitos *Anopheles.* Había más de 10,000 millas de riberas en una área de topografía sumamente variada y esa investigación se combinó con la efectuada en 1947 por los Servicios de Salubridad Pública en un manual titulado *La represión de la malaria en las aguas represadas.* La combinación de conocimientos, experiencia y esfuerzos de investigación contenidos en ese manual ha ayudado grandemente al constante aumento en la eficiencia y economía de las prácticas de represión en aguas represadas.

Antes de que existiera el DDT no se conocía ningún modo eficaz y económico de matar mosquitos adultos en grandes áreas exteriores. En 1893 se informó que los chinos quemaban aserrín de pino, azufre y arsénico en incensarios para matar mosquitos dentro de las habitaciones. A fines de la década de 1890 los italianos Celli y Casagrandi recomendaron el dinitrocresol, que ellos llamaban Larysith III. Para 1900 se sabía en forma general que el quemar polvos de piretro era eficaz en el interior de las habitaciones, y el general Gorgas extirpó la fiebre amarilla y disminuyó considerablemente la malaria en el curso de un año en La Habana destruyendo los mosquitos adultos *Aedes aegypti* y *Anopheles,* debiéndose gran parte de estos resultados a la práctica de quemar piretro y azufre dentro de las casas.

En 1910 Howard compiló una lista de sustancias para emplearse como humos y fumigantes. Un poco más tarde se recomendaron gran número de rocíos caseros para matar mosquitos y otros insectos, y durante los principios de la década de 1930 varios investigadores de New Jersey probaron el empleo de rocíos de piretro contra las molestias de los mosquitos en reuniones al aire libre. Esos rocíos de piretro y petróleo eran bastante eficaces durante varias horas.

B. DeMeillon, en 1936, P. F. Russell y F. W. Knipe en 1939, informaron de sus experimentos en África y en la India, respectivamente, en donde disminuyeron el número de casos de malaria, matando con rocíos los mosquitos adultos. En 1940 F. L. Soper y D. B. Wilson demostraron la forma en que habían podido exterminar el *Anopheles cambiae* en Brasil, en gran parte al menos, mediante el empleo de un rocío que contenía piretro, tetracloruro de carbono y petróleo. Esa extirpación de un insecto en un país es uno de los capítulos más interesantes en la historia de la medicina.

En 1940 W. N. Sullivan, L. D. Goodhue y J. H. Fales publicaron su primer informe sobre un nuevo método para la dispersión de insecticidas en el aire. Ese método sugirió a Goodhue un sistema revolucionario y completamente nuevo para la dispersión de insecticidas. La bomba de aerosol que desarrollaron proporcionaba en pequeño espacio el medio más eficaz conocido hasta entonces para matar mosquitos adultos en interiores, la liberación del aerosol durante unos cuantos segundos en 1,000 pies cúbicos de espacio, matando todos los mosquitos que puedan encontrarse en él.

Cuando se demostró en junio de 1943 que los rocíos de DDT aplicados desde el suelo en muy pequeñas cantidades eran eficaces contra los mosquitos adultos, los entomólogos del laboratorio de Orlando comenzaron inmediatamente a

hacer pruebas con aviones. Los aviones no se habían empleado previamente para la represión de mosquitos adultos, y si su empleo era factible, podría significar el medio de disminuir la población de mosquitos adultos en unas cuantas horas, deteniéndose así inmediatamente la propagación de la malaria y del dengue entre nuestros propios Cuerpos de Ejército en varios lugares. Husman diseñó equipo especial y se hicieron las primeras pruebas contra los mosquitos adultos de las marismas en los cayos de Florida en noviembre de 1943. Los resultados demostraron que podían destruirse prácticamente todos los mosquitos adultos rociándolos con 2 ó 3 cuartos de galón de una solución aceitosa con 5% de DDT por acre sobre densa vegetación. En diciembre del mismo año se hicieron las primeras pruebas con aeroplanos grandes de combate empleando tanques M-10 de los Servicios de Guerra Química. Siguieron luego pruebas semejantes en Panamá en abril de 1944, en donde Lindquist y Husman eliminaron prácticamente los mosquitos adultos del *Anopheles albimanus* en las selvas tropicales con 0.4 libras de DDT por acre en un rocío de DDT al 10%.

Las primeras investigaciones dejaron bien establecido el valor de los rocíos de DDT para la represión de los mosquitos adultos y estimularon las investigaciones mundiales de las Fuerzas Aliadas. Los aviones se convirtieron en uno de los más efectivos medios de represión de los mosquitos y de las enfermedades transmitidas por ellos en dondequiera que se hallaban nuestras tropas.

A principios de 1943 A. W. Lindquist, J. B. Gahan, B. V. Travis, F. A. Morton, Wisecup, Eide y otros del laboratorio de Orlando encontraron que el nuevo DDT insecticida poseía extraordinarias propiedades residuales. Después de intensas pruebas en el laboratorio se hicieron las primeras pruebas de campo cerca de Tallahassee, Florida, en agosto de 1943. El DDT aplicado en forma de rocíos en las superficies interiores en proporción aproximada de 200 miligramos por pie cuadrado protegía los edificios casi durante 70 días contra la infestación del mosquito común de la malaria, el vector más importante de esa enfermedad en los Estados del Sureste. Así nació el método de represión más importante de la malaria descubierto hasta entonces, y los entomólogos de Orlando recomendaron ese método de represión de los mosquitos a las Fuerzas Armadas, en donde se presentaban muchos casos de malaria en diversas partes del mundo.

En 1944 los entomólogos del laboratorio de Orlando sometieron a prueba dos fórmulas en condiciones prácticas cerca de Stuttgart, Arkansas, una área productora de arroz gravemente infestada con mosquitos *Anopheles.* En dos áreas, cada una de 9 millas cuadradas, se roció el interior de cada construcción con una solución de aceite que contenía 5% de DDT. Los experimentos confirmaron las pruebas de Tallahassee y se hicieron recomendaciones para el empleo de rocíos de DDT al 5% en proporción de 200 miligramos por pie cuadrado. Esa información se envió a nuestros países aliados. Posteriormente se iniciaron pruebas en gran Escala por C. B. Symes, A. B. Hadaway y G. Giglioli en enero de 1945 en la Guayana Inglesa y por Graham en New Mexico en abril. Los experimentos iban dirigidos contra dos vectores de la malaria muy eficaces, pero diferentes, y tuvieron éxito.

Esta investigación ha sido altamente beneficiosa prácticamente para todos los pueblos del globo. En 1950 se trataron más de 800,000 hogares en los Estados del Sureste por agencias federales y estatales de salubridad pública empleando rocíos residuales de DDT. En otras partes la Organización Mundial de la Salud informa de un total aproximado de 50 millones de personas que ahora se encuentran protegidas contra la malaria solamente con este insecticida residual.

Las patrullas militares, los trabajadores nocturnos, los exploradores y otras personas que trabajan en áreas gravemente infestadas por los mosquitos han buscado constantemente algún medio de protegerse contra sus picaduras. En 1910 Howard dio una lista de varios aceites esenciales para este fin. De ellos

el aceite de citronela era el repelente más extensamente conocido. Era eficaz desde unos cuantos minutos hasta una hora, pero algunas personas preferían las picaduras de los mosquitos al olor del aceite.

Las primeras investigaciones extensas sobre repelentes de mosquitos se iniciaron por Phillip Granett, de New Jersey, en 1935, y en 1940 había descubierto un repelente que era muy superior a todos los demás. Desgraciadamente, sin embargo, después de que se probó la sustancia en animales destinados a estos experimentos, se declaró que no podía usarse sin riesgo por el hombre.

Cuando los Estados Unidos de Norteamérica entraron a la Segunda Guerra Mundial se agudizó la necesidad de un repelente de mosquitos. Los servicios militares insistían especialmente sobre la necesidad de un buen agente protector contra las picaduras de mosquitos. Con fondos asignados por la Oficina de Investigaciones y Desarrollos Científicos, el Departamento de Agricultura inició un extenso programa de investigaciones en abril de 1942 en el laboratorio de Orlando, cooperando en él muchas empresas industriales así como fabricantes. Subsecuentemente, Travis, Morton y sus asociados probaron más de 10,000 sustancias químicas orgánicas sintéticas en fórmulas diferentes contra mosquitos hambrientos en la piel y en las ropas del hombre. La Administración de Alimentos y Drogas sometió a pruebas los materiales prometedores en cuanto a efectos toxicológicos.

Se recomendaron a los servicios militares tres materiales y combinaciones de los mismos, el ftalato de dimetil, Rutgers 6-12 (2-etil-1,3-hexanodiol) e Indalón (óxido oxalato de *n*-butil mesitil). Estas sustancias y una mezcla de ellas conocida comúnmente como 6-2-2- eran los repelentes de insectos comunes en 1952.

Las condiciones de salubridad en muchas partes del mundo han cambiado totalmente debido a la represión de los mosquitos. Hay grandes regiones que son ahora más sanas y que constituyen lugares de habitación más seguros para el hombre como resultado de la enorme cantidad de investigaciones que se han llevado a cabo durante los últimos 75 años. Actualmente más de 25 millones de personas en los Estados Unidos de Norteamérica viven en áreas en donde están en vigor los programas para la represión de los mosquitos.

Una de las especies de mosquitos mundialmente más eficaces para la transmisión de la malaria se extirpó en Brasil en el período comprendido desde la fecha de su descubrimiento en marzo de 1930 a noviembre de 1941 y se están llevando a cabo otros proyectos similares.

Sin embargo, la investigación sobre los mosquitos está muy lejos de haberse terminado. Cada año los investigadores del mundo entero publican cientos de artículos sobre las investigaciones de esta naturaleza que vienen a aumentar la considerable biografía disponible. Toda esta información se utiliza inmediatamente en forma práctica por las 250 diferentes agencias de represión de mosquitos locales, de las ciudades, de los condados, estatales y federales.

Harry H. Stage *es director ayudante de la división de insectos que afectan al hombre y a los animales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Después de terminar su trabajo en la Universidad de Syracuse en 1917 y otros trabajos subsecuentes sobre represión de mosquitos en la Marina durante la Primera Guerra Mundial fue empleado como entomólogo por las Líneas del Ferrocarril del Suroeste de St. Louis y participó en forma activa durante 10 años en la represión de la malaria en el área donde funcionaba ese ferrocarril. Desde 1931 hasta 1940 estuvo a cargo del laboratorio del Noroeste sobre investigaciones de mosquitos de la Oficina. Desde 1940 ha viajado extensamente en el Ártico y en los Trópicos efectuando investigaciones sobre la represión de varias clases de mosquitos.*

La represión de los insectos que atacan al hombre

E. F. Knipling

DURANTE MEDIO siglo hemos sabido que los insectos, las garrapatas y los ácaros son los agentes transmisores de la malaria, tifo, peste bubónica, fiebre amarilla, fiebres de la garrapata, disentería, tifoidea y muchas otras peligrosas enfermedades, y en otro capítulo de este libro F. C. Bishopp y C. B. Philip discuten el papel de los insectos como transportadores de las enfermedades del hombre.

A medida que los sabios reunían más y más información sobre la relación de los insectos con las enfermedades, durante la última década del siglo XIX y los primeros años del XX, los entomólogos, parasitólogos y doctores en medicina investigaron las formas de represión de los insectos que atacan al hombre, pero el mundo no parecía interesarse en forma suficiente para ayudar de modo adecuado a esas investigaciones y el progreso fue lento.

Tan tarde como en la Primera Guerra Mundial, el tifo transmitido por los piojos causó millones de enfermos y muertes entre los europeos. Sin embargo, no se hicieron intensos esfuerzos para el desarrollo de medios prácticos y eficaces para reprimirlos, y cuando comenzó la Segunda Guerra Mundial no se había hecho ninguna mejoría en esos métodos.

Podría reprimirse la malaria, la más importante de las enfermedades del hombre, si se empleara el personal, materiales y equipo suficientes, pero los métodos de represión eran costosos y se necesitaban semanas y meses de intensos esfuerzos para obtener una disminución apreciable en la incidencia de la enfermedad.

Esos métodos lentos no podían proteger a las tropas cuando éstas invadían áreas infestadas por la malaria y se movían rápidamente de una región a otra para la lucha o el adiestramiento, ni disponíamos tampoco de medios positivos y prácticos para matar moscas, pulgas, garrapatas, ácaros y otros vectores de enfermedades, sobre todo en condiciones de guerra.

Cuando entramos a la guerra, algunas personas en las Fuerzas Armadas, incluyendo el coronel W. S. Stone y el general J. S. Simmons, de la oficina del Cirujano en Jefe, y otras de instituciones civiles, incluyendo a F. C. Bishopp, del Departamento de Agricultura, y G. K. Strode, de la Fundación Rockefeller, reconocieron la necesidad de desarrollar mejores medios para combatir los vectores de la malaria, el tifo, la fiebre amarilla y la peste, y alentaron las investigaciones como parte importante de nuestro programa de preparación nacional. Había disponibles los entomólogos, químicos e ingenieros de equipo insecticida que se necesitaban para llevar a cabo los programas de investigación de emergencia.

En 1942 se iniciaron investigaciones especiales en los laboratorios del Departamento de Agricultura en Orlando, Florida, y Beltsville, Maryland. La Oficina de Investigación y Desarrollo Científicos y el Departamento de la Defensa proporcionaron gran parte de los fondos para esas investigaciones. La Fundación Rockefeller, que había patrocinado muchos importantes proyectos relacionados con los insectos que transmiten enfermedades al hombre, inició también investigaciones sobre problemas específicos. El Departamento de Guerra organizó una comisión especial, la Comisión del Tifo del Ejército de los Estados Unidos de

Norteamérica, para el desarrollo de medios de represión de las enfermedades tíficas, destinándose en 1942 unos 25 especialistas para los diversos problemas. En 1943, a medida que aumentaban en las áreas de combate las muertes debidas a enfermedades transmitidas por los insectos, se incrementaron los programas de investigación. Los Servicios de Salud Pública de los Estados Unidos de Norteamérica, la Administración del Valle de Tennessee y varios colegios emprendieron investigaciones sobre los problemas de insectos más importantes para el esfuerzo de guerra. Las industrias de insecticidas facilitaron los programas de las diferentes instituciones. El Ejército y la Marina y su creciente personal de entomólogos, oficiales médicos e ingenieros efectuaron pruebas en gran escala así como investigaciones independientes. La Gran Bretaña, el Canadá y Australia se contaban entre los aliados que efectuaban investigaciones sobre los insectos.

Los resultados de todos esos trabajos, anteriores y posteriores a la guerra, han mejorado grandemente la salud y bienestar de la Humanidad. Probablemente ninguna ciencia haya hecho más por el hombre durante la última década que la entomología médica, y a continuación veremos algunas de sus conquistas.

AL TRATAR DE LOS PROBLEMAS DE LOS INSECTOS es importante saber distinguir una especie de todas las demás formas. Una especie de *Anopheles* puede no distinguirse de otra excepto por un taxónomo de mosquitos, y sin embargo una puede ser un peligroso transmisor de la malaria mientras que la otra rara vez ataca al hombre. Un pequeño ácaro puede parecer igual a seis especies relacionadas y no obstante esa especie puede transmitir el tifo mientras que las otras no tienen importancia. El tiempo que tardan en incubar los huevos del piojo del hombre tiene un gran significado para el investigador que intenta desarrollar medidas para su represión, porque el fin que persigue sería un tratamiento que destruya los piojos que se encuentran presentes al aplicarlo y que permanezca en la ropa o en el vello el tiempo suficiente para destruir los que se incuben de los huevos.

El conocimiento de las especies animales a las que atacan los insectos, ácaros o garrapatas puede hacer posible la destrucción de los huéspedes animales alternos y ayudar a la represión del parásito. Los investigadores que durante los últimos 100 años han estudiado la taxonomía, historia vital, ecología y hábitos de los insectos han preparado el camino para un adelanto más rápido de los medios de represión que se han descubierto en años recientes.

TRES CLASES DE PIOJOS ATACAN AL HOMBRE: los del cuerpo, los de la cabeza y los del pubis.

El piojo del cuerpo es el principal vector del tifo. Estrechamente relacionado al piojo de la cabeza, vive y se esconde en las ropas y pone sus huevos en las costuras y pliegues de las prendas. Las gentes que tienen varias mudas de ropa y que practican una higiene razonable no deben preocuparse de los piojos del cuerpo, pero las menos afortunadas, especialmente durante las guerras, cuando escasean las ropas, los combustibles, los alimentos, los jabones y las habitaciones, son muy susceptibles a las infestaciones de los piojos. Las tropas de combate que están en campaña durante semanas enteras sin ropas limpias a menudo se infestan gravemente con esos insectos.

Cuando se infectan grandes cantidades de gente con los piojos, esas condiciones favorecen el desarrollo del tifo. A menudo los refugiados civiles y las tropas se encuentran hacinados unos con otros en vehículos y habitaciones. Los piojos de una persona infestada se propagan fácilmente a las demás, y cuando ocurre un caso de tifo se inicia una reacción en cadena, dando por resultado una epidemia explosiva.

Se han recomendado muchos métodos para la represión de los piojos del

cuerpo: el empleo de calor seco, la exposición de las ropas infestadas a bajas temperaturas, el lavado de las prendas en agua caliente, la esterilización con vapor y el empleo de naftalina, creosota y rotenona, pero todos los métodos conocidos antes de 1942 eran poco prácticos o tan ineficaces que había poca esperanza de evitar las enfermedades tíficas como las que han ocurrido en el pasado.

Los entomólogos y químicos destinados en ese año a estudiar el problema de mejorar los métodos de represión de los piojos planearon sus investigaciones con un solo propósito: el desarrollo de un método sencillo de fumigar las ropas para destruir los insectos y sus huevos. Randall Latta, del Departamento de Agricultura, descubrió que el bromuro de metilo es altamente eficaz para ese fin. Se diseñaron bóvedas de fumigación de fácil construcción y transportación que se prepararon a proximidad de las áreas de combate y que hicieron posible el tratamiento de cientos de libras de ropas en unas cuantas horas. Más tarde se diseñó otro equipo todavía más móvil, que consistía de pequeñas bolsas herméticas al aire, suficientemente grandes para contener las ropas de una persona. Una ampolleta de bromuro de metilo de 20 centímetros cúbicos que se rompía dentro de la bolsa proporcionaba el gas suficiente para destruir los piojos y sus huevos en una hora o menos.

Estos métodos constituyeron una gran mejoría sobre los equipos pesados de esterilización a vapor o de lavado, y sin embargo no parecían ser la solución más práctica al problema de los piojos, porque las personas desinfestadas quedaban inmediatamente expuestas a una nueva reinfestación después de que se habían tratado las ropas. Se necesitaba con urgencia un polvo que matara los piojos que los soldados pudieran llevar en su mochila y emplearlo cuando quedaran infestados con los insectos o expuestos a condiciones de posibles infestaciones.

Los entomólogos de Orlando y el personal de la Fundación Rockefeller en New York estudiaron el problema. Su propósito era descubrir un polvo que matara todos los piojos cuando se rociara en la ropa y destruyera los huevos adheridos a la misma, y que conservara su eficacia durante un tiempo suficiente para matar los insectos que pudieran transportarse de una persona a otra.

Primeramente tenían que resolverse varios problemas. En los Estados Unidos de Norteamérica son raras las personas infestadas con piojos del cuerpo, así que parecía inútil tratar de descubrir una sustancia que destruyera los piojos mediante experimentos con personas infestadas naturalmente. Además, sería peligroso aplicar al hombre sustancias cuya toxicidad se desconocía y sería difícil verificar los resultados.

Por tanto, el plan necesitaba la evaluación de nuevos materiales bajo condiciones de laboratorio controladas y sólo los tratamientos más prometedores se probarían en las personas naturalmente infestadas.

Por consiguiente, el primer problema era el desarrollo de un método para la producción de miles de piojos en el laboratorio, de manera que hubiera una buena cantidad de insectos disponibles para las pruebas, y esto lo consiguió G. H. Culpepper. En aquel entonces la alimentación de los piojos en el hombre era la única forma conocida para su cultivo en el laboratorio. Los piojos, conservados cómodamente en trozos de tela en una incubadora a 86° F., se colocaban en las espaldas de los voluntarios dos veces al día, de manera que pudieran alimentarse con su sangre. Culpepper tuvo dificultad para encontrar personas que desearan ganarse la vida dejando que de 25,000 a 50,000 piojos se alimentaran al mismo tiempo en sus espaldas.

Los millones de piojos y huevos que se cultivaron en esa forma se emplearon por los entomólogos y los químicos para encontrar la sustancia química que pudiera lograr su propósito.

Se probaron miles de sustancias en los piojos y sus huevos. Primeramente sumergían un trozo ordinario de tela de una pulgada cuadrada en una solución de acetona de la sustancia que se deseaba probar. Después de que se evaporaba la acetona y quedaba la sustancia en la tela, la colocaban en un pequeño bocal y ponían 10 piojos en ella. Si los piojos no morían en 24 horas, podíamos estar seguros de que la sustancia no daría resultado si se trataban en forma semejante las ropas de una persona, pero si todos los piojos morían, se volvía a probar el mismo trozo de tela diariamente o a intervalos de varios días para determinar cuánto tiempo duraba la acción letal.

Las pocas sustancias químicas, aproximadamente 3 ó 5 de cada 100 que se probaron, que mataban los piojos y conservaban su eficacia durante varias semanas, se sometieron a una segunda prueba para precisar si matarían los piojos cuando se preparaban en forma de polvo y se aplicaban al hombre. Esta prueba comprendió el tratamiento de prendas que se colocaban en los brazos y piernas fijando ambos extremos con tela adhesiva. Antes de fijar las ropas, se colocaban 20 piojos en cada prenda y se les daban todas las oportunidades de vivir como lo harían normalmente, con la sola excepción de que no se les exponía a la acción de las sustancias que se estaban probando. Si sobrevivía algún piojo después de 24 horas, se desechaba el material de prueba. Si morían todos los piojos se añadían nuevamente y a diario otros insectos para precisar cuánto tiempo duraba la eficacia del tratamiento. Muchas sustancias químicas empleadas en forma de polvos al 5% mataron los piojos durante un día o 2 pero muy pocos conservaron su eficacia más de unos cuantos días.

El tercer paso tenía por objeto probar las sustancias más prometedoras bajo condiciones casi naturales. Los ejemplares humanos, los mismos que alimentaron los piojos y en los que se efectuaron las pruebas en brazos y piernas, se emplearon en estas pruebas. Los hombres vivían en cuarteles y usaban ropa de la clase que se proporcionaba a los soldados. Se colocaban en sus ropas unos 500 piojos de las colonias del laboratorio, y como 1,000 huevos de diferentes edades, espolvoreándose después las prendas interiores con las sustancias sometidas a prueba para determinar si mataban los piojos, los huevos y los insectos de incubación reciente.

Seis meses después de haberse iniciado el proyecto encontramos una buena fórmula: mataba rápidamente toda clase de piojos y generalmente conservaba su eficacia durante una semana. Se llamó a la sustancia Polvo MYL. Contenía 0.2% de piretrinas, 2% de *n*-isobutil undecilenamida (sustancia que hace más eficaces las piretrinas), 0.25% de Fenol S (sustancia que evita la deterioración de las piretrinas) y 2% de 2,4-dinitro anisol (una sustancia dentro de los muchos cientos de ellas que se probaron que resultó ser más eficaz para matar los huevos de piojos). La Administración de Alimentos y Drogas sometió a pruebas el polvo y encontró que podía usarse sin riesgo en el hombre.

Los investigadores del laboratorio de Orlando que desarrollaron el tratamiento, R. C. Bushland, G. W. Eddy, H. A. Jones, L. C. McAlister y otros, tenían confianza de que protegería a nuestras tropas contra los piojos tan bien como lo había hecho con los individuos en los que se había probado. El polvo se proporcionó a las tropas en latas de 2 onzas y resultó muy eficaz.

Para saber si daría resultados en la población civil que usaba diferentes tipos de ropa, W. A. Davis, de la Fundación Rockefeller, efectuó experimentos en México que demostraron la efectividad del polvo MYL, ya que prácticamente eliminó los piojos en los civiles y demostró que podía reprimirse el tifo entre los habitantes de los pequeños poblados.

La Comisión del Tifo del Ejército de los Estados Unidos de América probó el polvo MYL en el África del Norte. Los resultados entre los civiles fueron variables, posiblemente debido a la naturaleza de las ropas que usaban y a que se

emplearon polvos comerciales mal mezclados. La Fundación Rockefeller encontró que el polvo MYL era excelente para reprimir los piojos entre los prisioneros. Las pruebas llevadas a cabo por los ingleses en los campos de prisioneros en África dieron resultados que generalmente estaban de acuerdo con los obtenidos en el laboratorio de Orlando.

Aunque el polvo MYL era muy eficaz, en 1943 se amplió la investigación sobre los piojos en el laboratorio de Orlando. Había escasez de piretro y deseábamos desarrollar una sustancia que matara los piojos y protegiera las personas contra las infestaciones de esos insectos por lo menos durante 3 semanas, el tiempo máximo que se requería para que incubaran los huevos de piojo.

Se continuaron las pruebas con cientos de sustancias químicas nuevas, entre ellas el DDT, cuyos descubridores en Suiza habían informado que era eficaz contra los piojos. En las pruebas efectuadas por los entomólogos se pudo confirmar que el DDT tiene un alto grado de toxicidad contra los piojos, y lo que es más importante, que sus efectos persisten durante semanas enteras. De entre los miles de fórmulas probadas previamente, incluyendo el polvo MYL contra los piojos, ninguna tuvo una duración mayor de 8 días. Cuando los humanos usaron ropas tratadas con DDT al 10% todos los piojos de las ropas murieron después de 8 días y sólo sobrevivió uno que otro insecto en prendas que se habían usado durante 30 días. Lo más notable fue que las prendas empapadas en una solución de 1 ó 2% de DDT resultaron repelentes a los piojos por lo menos durante 6 meses sin lavar y resistieron hasta 4 lavadas. Se incorporó también el DDT en una preparación líquida especial para la represión de los piojos de la cabeza, del pubis y de los ácaros de la eczema.

Se publicaron los trabajos efectuados con el DDT como insecticida en el laboratorio de Orlando por Bushland, McAlister, Jones y Culpepper en el número de abril de 1945 del *Diario de Entomología Económica* y por el Eddy en el número de febrero de 1946 del *Diario de Investigaciones sobre Dermatología.*

Por lo que hace a sus propiedades para matar los piojos, el DDT constituyó la inmediata solución del problema. Sin embargo, ¿era seguro su empleo? No se habían observado efectos perjudiciales por los sabios que trabajaron con la sustancia en el laboratorio de Orlando. El finado H. O. Calvery, de la Administración de Alimentos y Drogas, y P. A. Neal, de los Servicios de Salud Pública, efectuaron repetidas pruebas de laboratorio que les permitieron llegar a la conclusión de que el tratamiento era perfectamente seguro, habiendo interpretado sus datos de laboratorio obtenidos en los animales de experimentación en términos de riesgos probables cuando el material se aplicaba de acuerdo con las instrucciones. Teniendo en consideración los informes sobre eficacia de los insecticidas, pensaron que el DDT salvaría muchas vidas. Sus datos sobre toxicidad indicaron que aun sin el margen de seguridad indicado en las direcciones para su uso, el hombre no sufriría daños con el DDT. Desde entonces se ha aplicado el DDT a millones de personas, y muchos millones más han quedado expuestas a su influjo cuando se ha aplicado en los hogares, habiéndose evitado innumerables muertes o enfermedades debido a la transmisión de ellas por los insectos. No ha habido todavía ningún caso auténtico de muerte debida al DDT cuando se ha empleado como insecticida.

Cuando se estaban efectuando todavía estudios de laboratorio en Orlando, se llevaron a cabo pruebas de campo con el DDT por los investigadores de la Fundación Rockefeller, de la Comisión del Tifo del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica, del mismo Ejército, y también por los ingleses. En sus estudios de campo, los investigadores aplicaron simplemente el DDT a gran número de personas con rociadores comunes de mano. Los resultados de campo confirmaron los datos obtenidos en el laboratorio de Orlando.

La Compañía Geigy, de New York, que nos suministró las muestras origi-

nales de DDT, inició la producción comercial del mismo a principios de 1943. El primer DDT producido para el Ejército se distribuyó para la represión de los piojos y se entregó a las tropas en latas de 2 onzas, enviándose miles de libras de DDT en bruto al norte de África.

En el otoño de 1943 hubo amagos de una epidemia de tifo en Nápoles, Italia. Gracias a la previsión del coronel W. S. Stone y otros, el Ejército se encontraba bien preparado. Solicitando la ayuda de los expertos de la Fundación Rockefeller encabezados por F. L. Soper, la Comisión del Tifo del Ejército de los Estados Unidos de Norteamérica y el Departamento Médico del Teatro de Operaciones del Norte de África iniciaron un programa, el primero en su género, para detener la epidemia, que estaba tomando caracteres graves, en diciembre. Se rociaron miles de personas con polvos de MYL y DDT, y en sólo unos cuantos meses se controló una epidemia de tifo entre gente hacinada en una área asolada por la guerra.

Aun cuando el DDT parecía ser la solución al problema de los piojos y del tifo, se continuaron las intensas investigaciones sobre insecticidas durante 1944 y 1945 y en menor grado de 1946 a 1950, encontrándose que el hexacloruro de benzol, el toxafeno, el clordano y ciertas preparaciones de piretro eran excelentes extirpadores de los piojos. Sin embargo, esas sustancias no ofrecían ninguna ventaja especial sobre el DDT, por lo que no se desarrolló su empleo real para la represión de los piojos.

En 1951 los entomólogos del Ejército y de la Marina tuvieron dificultad para reprimir los piojos del cuerpo de los prisioneros de guerra en Corea y en China, llegando a la conclusión de que los piojos de Corea eran resistentes al DDT. Por tanto, el piojo del cuerpo, encarándose a los esfuerzos del hombre para destruirlo, ha demostrado su capacidad de inmunización al DDT. G. W. Eddy, que había contribuido tanto durante la guerra a las medidas de represión contra los piojos, fue encargado de ayudar a encontrar formas de represión del piojo de Corea. Viajando bajo órdenes expedidas por el Departamento del Ejército fue a Corea para someter a prueba otros polvos contra esos insectos, y en unas cuantas semanas encontró que podían reprimirse los piojos coreanos resistentes al DDT por medio del lindano, de algunas fórmulas de piretro semejantes al polvo MYL contra los piojos y del toxafeno. Los toxicólogos del Ejército empleados en su laboratorio de sanidad en los diferentes medios aprobaron el empleo del lindano al 1% y de los polvos de piretro, y esas sustancias están reprimiendo actualmente los piojos en Corea. Sin embargo, se continúan las investigaciones en busca de otros medios para reprimirlos, ya que los entomólogos temen que los parásitos más íntimos del hombre, tales como las moscas domésticas, puedan desarrollar con el tiempo una resistencia a las sustancias que han sustituido a los extirpadores de piojos.

La mosca doméstica ordinaria transmite muchas clases de enfermedades y parásitos. Se alimenta en casi toda clase de desechos y vive en estrecho contacto con el hombre y sus habitaciones. Durante largo tiempo los investigadores han buscado medios de extirpar esa sucia plaga, y desde hace mucho tiempo los entomólogos y las autoridades médicas han aconsejado prácticas sanitarias para destruir los lugares donde se crían, así como el empleo de alambrados y otros medios mecánicos para excluirlas de los edificios.

Se ha dado más atención a los medios químicos enderezados contra las etapas tempranas y adultas en esas investigaciones. Se han empleado con éxito durante muchos años insecticidas aplicados en los hogares en forma de rocíos o polvos, y durante los principios de este siglo se desarrollaron rocíos de piretro y métodos para su uso que encontraron pronta aplicación en casi todos los hogares.

En vista del reconocido valor del piretro como extirpador de moscas y de la

demanda del público para insecticidas contra las mismas, desde 1930 a 1940 se encaminaron las investigaciones hacia el desarrollo de substitutos que fueran tan efectivos pero más económicos que el piretro, la mejoría del piretro mismo y medios más efectivos para la aplicación de los rocíos. Las empresas Hércules Powder Co. y Rohm y Haas Co., desarrollaron rocíos de tiocianato orgánico que se emplearon también extensamente, especialmente durante la Segunda Guerra Mundial cuando escaseó el piretro. Se desarrollaron también sustancias que aumentaban la eficacia del piretro. Craig Eagleson, del Departamento de Agricultura, descubrió que el aceite de sésamo aumentaba los efectos letales del piretro. La Compañía DuPont encontró que el *n*-isobutil de undecilenamida, una sustancia química orgánica, aumentaba también la eficacia del piretro.

L. D. Goodhue y W. N. Sullivan, del mismo Departamento, descubrieron en 1940-41 un nuevo método de aplicación de los rocíos contra las moscas, el sistema de dispersión de gases licuados que más tarde se perfeccionó en forma de bomba de aerosol. Las Fuerzas Armadas emplearon millones de estas bombas, principalmente contra las moscas y los mosquitos. Las primeras bombas contenían piretro y aceite de sésamo y más tarde se les añadió DDT. Después de la guerra el público comenzó a hacer gran uso de las bombas de aerosol que contenían piretro y otras sustancias insecticidas para reprimir las moscas domésticas y otros insectos voladores.

El adelanto más notable fue el desarrollo del DDT como tratamiento residual. R. Wisemann, de Suiza, había notado las propiedades residuales poco comunes del DDT cuando las moscas se paraban en las superficies tratadas. A. W. Lindquist, A. H. Madden, H. G. Wilson y H. A. Jones, del laboratorio de Orlando, descubrieron independientemente las notables propiedades residuales del DDT cuando se empleaba como tratamiento superficial. Las aplicaciones continuaban matando moscas durante meses enteros. Las instalaciones de los establos, unos de los lugares más difíciles para la represión de las moscas, se conservaban prácticamente libres de ellas durante meses después de un tratamiento adecuado. Las Fuerzas Armadas emplearon los rocíos residuales de DDT con éxito en muchas partes del mundo.

Cuando terminó la guerra, el público compró millones de libras de DDT para emplearlo contra las moscas. En 1945-47 se empleaba casi en todas las partes donde las moscas constituían un problema. Los habitantes organizaron programas comunales de represión contra las moscas con resultados espectaculares y se hablaba del total exterminio de la mosca doméstica.

Sin embargo, a fines de 1947 se tuvieron informes de que el DDT ya no mataba las moscas. ¿Podrían haberse vuelto resistentes al mismo? De hecho se había considerado esa posibilidad antes de que se tuvieran pruebas de ella. A. W. Lindquist y H. G. Wilson, del laboratorio de Orlando, comenzaron desde 1946 a exponer moscas a los efectos del DDT en el laboratorio, matando aproximadamente el 90% de un grupo de ellas con la sustancia y dejando que se reprodujeran las supervivientes. Las progenies se trataban después con DDT a fin de matar las más susceptibles, y después de repetir el procedimiento por varias generaciones, teníamos pruebas de la resistencia al DDT en las moscas. Sin embargo, esperábamos que esa resistencia no fuera tan grande como para hacer que el DDT fallara en los procedimientos de represión, pero para 1948 había informes de esas fallas procedentes de muchos lugares, iniciándose estudios intensos por varios investigadores.

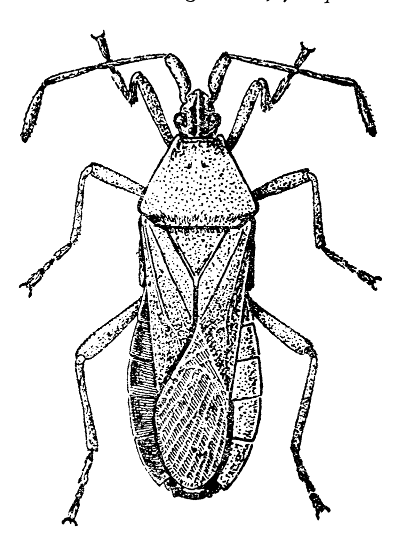
Cuando ya no había duda que el DDT había fallado en la represión de las moscas en muchos lugares, se examinaron nuevamente los insecticidas sustitutos que con anterioridad se habían juzgado tan buenos como el DDT, aunque inferiores a éste, efectuándose estudios en la Universidad de California, la Oficina

de Entomología y Cuarentena de Plantas, los Servicios de Sanidad Pública, la Universidad de Illinois y otras instituciones de investigación. Entre esos sustitutos se incluían el metoxiclor, clordano, TDE, toxafeno, hexacloruro de benzol técnico y lindano, la forma gama pura del hexacloruro de benzol. Se investigaron también nuevos compuestos que incluían la dieldrina y la aldrina, pero todos los investigadores han llegado a la conclusión de que con el tiempo la mosca doméstica puede sobrevivir a las sustancias químicas más nocivas que hasta ahora hayan podido preparar los químicos y entomólogos.

En esa forma, los entomólogos han sufrido una seria derrota contra la mosca doméstica. Sin embargo, no perdieron todo el terreno ganado, porque actualmente hay más pocas moscas que antes de que tuviéramos el DDT, pero han tenido que incluir en sus recomendaciones para su represión los rocíos y aerosoles empleados antes de que se desarrollaran los tratamientos residuales. Se han mejorado esos rocíos y aerosoles con el desarrollo de los sinérgicos de piretro tales como el butóxido de piperonil y el *n*-propil isome, productos desarrollados, respectivamente, por las empresas U. S. Industrial Chemicals Co. Inc. y S. B. Pennick & Co.

Los químicos y los entomólogos se dedicaron a buscar nuevas sustancias a las que las moscas no puedan desarrollar resistencia y a probar otras sustancias químicas en combinación con el DDT con la esperanza de bloquear los mecanismos de resistencia desarrollados por las moscas y de precisar si algún factor fisiológico permite que las moscas desarrollen un alto grado de resistencia o inmunidad a un insecticida que normalmente es mortal.

Creo que en un futuro próximo encontraremos un arma que nos permita recuperar el terreno perdido, y si se soluciona el problema de la mosca doméstica puede ser de gran significación para la represión de insectos en general, ya que se sabe que otros insectos que son de importancia han desarrollado resistencia a los insecticidas que se emplean actualmente para su represión. Si no se soluciona el problema podremos esperar mayores dificultades en la represión de ciertos insectos importantes durante los siguientes 5, 10 ó 50 años. Por tanto, el problema constituye realmente un verdadero reto para los entomólogos, químicos de insecticidas y fisiólogos de insectos.


Escarabajo de la calabaza.

Mucha gente que vive en los Estados que se encuentran al oriente de las Montañas Rocallosas y al sur de una línea que corre aproximadamente a través de Maryland, Ohío e Iowa, en una ocasión u otra se ha infestado con niguas. La nigua o escarabajo rojo es la etapa de larva de un pequeño ácaro y no es de tamaño mayor que la punta de un alfiler común. Sus mordeduras causan una intensa comezón durante varios días y al rascarse se pueden producir infecciones secundarias. En algunas partes del mundo las niguas transmiten una enfermedad semejante al tifo propagado por los piojos y tan mortal como éste. En 1940 sabíamos relativamente poco sobre las niguas, pero desde entonces muchos investigadores han investigado su taxonomía, historia vital, relación con las enfermedades y represión.

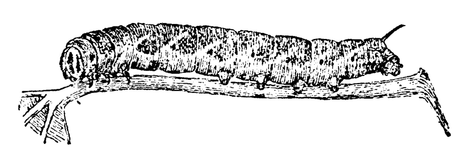
Gran parte del trabajo de investigación sobre su represión se ha efectuado en el laboratorio de Orlando, en el que se iniciaron intensos estudios durante la

Segunda Guerra Mundial, continuándose desde entonces con fondos proporcionados por el Departamento de la Defensa. Durante la guerra, la Comisión del Tifo del Ejército efectuó investigaciones sobre la taxonomía, biología y represión en aquellas áreas del Pacífico donde los ácaros del tifo causaban serios daños en las tropas. Los Servicios Químicos del Departamento del Ejército reunieron abundante y valiosa información sobre la biología de los ácaros de las niguas.

Durante muchos años se empleó el azufre contra los ácaros, que se espolvoreaba en las partes infestadas del cuerpo y en las ropas. Sin embargo, no es muy eficaz en su represión y los investigadores del laboratorio de Orlando trataron en 1942 de desarrollar un método más eficaz y práctico para su represión. Se deseaba especialmente una sustancia que los soldados pudieran llevar y aplicar para evitar los ataques de las niguas.

El primer problema consistía en el desarrollo de técnicas para la prueba de sustancias. No se conocían entonces métodos para la cría de niguas en el laboratorio, pero los entomólogos encargados del problema, A. H. Madden y A. W. Lindquist, encontraron un gran número de niguas para fines de prueba a lo largo de los lagos y pantanos de Florida.

Se emplearon muchachos para probar la efectividad de los diversos tratamientos. Vestidos con ropas tratadas con diferentes sustancias químicas, quedaban expuestos durante 2 horas o más en lugares donde se sabía que abundaban las niguas. Se les examinaba varias horas más tarde y se contaban las niguas que se les quitaban, y para comprobar la efectividad de los tratamientos, por lo menos uno de esos muchachos de cada grupo de prueba usaba ropas no tratadas, no siendo raro encontrar entre ellos algunos que quedaban infestados hasta con 200 niguas, y como algunas de las sustancias que se probaron resultaban ineficaces, algunos de los muchachos que usaban ropas tratadas se infestaron seriamente, aunque no sufrieron daños mayores que varias noches sin sueño.



Gusano de cuerno del tomate.

En unos cuantos meses se descubrieron varias sustancias eficaces, y la mejor y más práctica entre las que se desarrollaron primero fue el ftalato de dimetil. Los anillos de la sustancia en los calcetines cerca de la parte superior del calzado, en la parte inferior de los pantalones y camisas y alrededor de la cintura eran casi ciento por ciento eficaces para alejar las niguas.

Con esto se terminaron las investigaciones sobre los ácaros, pero en 1943 las Fuerzas Armadas encontraron que ocurría una gran incidencia del tifo causado por los ácaros en las tropas que se encontraban en el Pacífico y en Birmania. El general S. Bayne-Jones y el coronel J. F. Sadusk, de la Comisión del Tifo del Ejército, solicitaron que se hicieran nuevas investigaciones en el laboratorio de Orlando.

La Comisión envió también grupos de investigadores al Pacífico y a Birmania, y entre ellos se encontraba el capitán R. C. Bushland, que había trabajado en las investigaciones sobre los piojos en el laboratorio de Orlando antes de entrar al servicio militar. Se le encargó del problema de desarrollar métodos de campo para impregnar los uniformes de las tropas con ftalato de dimetil y preparó un tratamiento consistente en una solución jabonosa, que se empleó extensamente con éxito por las Fuerzas Armadas en 1944 y 1945.

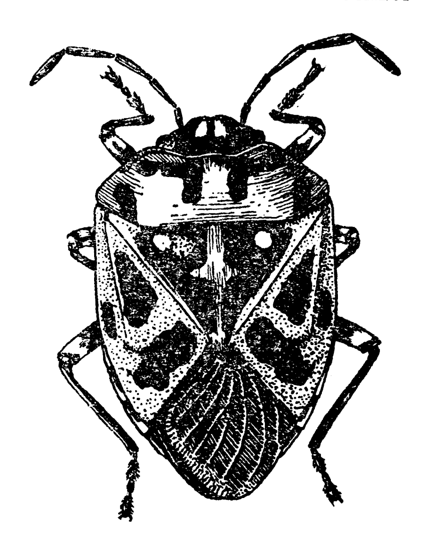
El aumento de los programas de investigación en el laboratorio de Orlando coordinado estrechamente con las investigaciones efectuadas por la Comisión del Tifo del Ejército y también por los Servicios de Guerra Química, se efectuó bajo la dirección de F. N. Snyder, siendo su objetivo el desarrollo de acaricidas

que fueran eficaces al impregnar con ellos las ropas aunque éstas se lavaran, lo que constituía una desventaja del ftalato de dimetil. Se desecharon varios miles de sustancias químicas mediante sencillos métodos de laboratorio y se escogió una docena de las más prometedoras para someterlas a estudios posteriores, siendo el benzoato de bencilo una de las más eficaces, ya que las ropas tratadas con ella seguían protegiendo después de 2 lavadas.

Mientras tanto, los sabios australianos habían desarrollado el ftalato de dibutil, que era comparable en eficacia con el benzoato de bencilo, aunque un poco menos eficaz que este último contra los ácaros de Florida. En los experimentos efectuados en Nueva Guinea por la Comisión del Tifo se demostró que el benzoato de bencilo era tan eficaz como el ftalato de dibutil, habiéndose suministrado finalmente una combinación de las dos sustancias para ser empleada por nuestras tropas debido a la escasez del benzoato de bencilo. Durante los meses finales de la guerra y de entonces a la fecha se han encontrado varios acaricidas tan eficaces y persistentes que la ropa tratada con ellos protege a las personas contra los ataques de las niguas después de lavarse 6 u 8 veces.

El desarrollo de varios tratamientos acaricidas eficaces permitió que nuestras tropas penetraran a áreas en las que los ácaros y el tifo causado por ellos eran comunes, con la seguridad de una protección casi completa.

También se efectuaron estudios para el desarrollo de sustancias químicas que destruyeran los ácaros en las áreas infestadas, especialmente en las cercanías de los campamentos. J. P. Lindquist, del laboratorio de Orlando, demostró en 1945 que el hexacloruro de benzol era muy eficaz si se aplicaba en proporción de varias libras por acre. C. N. Smith, del laboratorio del Departamento de Savannah, Georgia, demostró también la eficacia del hexacloruro de benzol si se usaba en forma similar, y desde la guerra los investigadores del laboratorio de Orlando han encontrado que el clordano, toxafeno o hexacloruro de benzol aplicados en proporción de 2 a 4 libras por acre en forma de polvos o rocíos destruirán las niguas y conservarán las áreas infestadas prácticamente libres de los ácaros durante 2 meses o más.



Escarabajo arlequín.

Los REZNOS SE ENCUENTRAN ENTRE LOS ARTRÓPODOS más difíciles por medio de insecticidas o repelentes y hasta hace algunos años no se habían desarrollado métodos satisfactorios para proteger al hombre contra sus ataques o para reprimirlos en las áreas infestadas. En 1942 y 1943 el laboratorio de Orlando investigó muchos repelentes para aplicarse a las ropas, encontrándose que el ftalato de dimetil y el Indalón eran adecuados para este fin.

Después de la guerra se hizo un esfuerzo especial en el laboratorio de Orlando bajo la dirección de W. V. King, con el apoyo económico del Departamento de la Defensa, para el desarrollo de tratamientos más efectivos. En el laboratorio de Salubridad Pública en Montana, que estaba efectuando también estudios sobre el problema, J. N. Brennan descubrió que la *n*-butil acetanilida tenía valor como repelente de los reznos.

El trabajo sobre repelentes de los reznos del laboratorio de Orlando está coordinado estrechamente con otros estudios semejantes que se están llevando

a cabo en el mismo laboratorio sobre ácaros, pulgas y mosquitos, y se desarrolló un tipo de repelente para todos ellos bajo la dirección de C. N. Smith, que consiste en 30 partes de benzoato de bencilo, 30 partes de *n*-butil acetanilida, 30 partes de 2-butil-2-etil-1,3-propanediol y 10 partes de un emulsificante. Las ropas sumergidas en una solución acuosa de este repelente al 5% protegen al hombre contra los reznos, niguas y pulgas y ayudan a evitar las molestias de los mosquitos.

La investigación sobre los reznos ha incluido también investigaciones sobre sustancias que los destruyan en áreas infestadas. Smith encontró que los rocíos o polvos de DDT aplicados en proporción aproximada de 2 libras por acre destruían los reznos. Los trabajos posteriores de investigación de W. C. McDuffie, C. C. Deonier, M. M. Cole y J. A. Fluno, del laboratorio de Orlando, han demostrado que el DDT, el clordano y el toxafeno son más o menos igualmente eficaces contra el rezno americano de los perros y el de estrella. R. D. Glasgow y D. L. Collins, de los Servicios Científicos del Estado de New York, han demostrado la eficacia de los rocíos y aerosoles de DDT contra los reznos aplicados en áreas cubiertas de vegetación. Los estudios efectuados por la Junta de Salud del Estado y la Comisión de Conservación Estatal de Massachusetts, han demostrado también que pueden reprimirse los reznos mediante aplicaciones de DDT a los lados de las carreteras, senderos y otros lugares donde se concentran esos insectos.

LAS PULGAS SON LAS RESPONSABLES DE LA TRANSMISIÓN de la peste bubónica y del tifo endémico. El tifo propagado por las pulgas, conocido como tifo endémico, es muy común en los Estados Unidos de Norteamérica.

Antes del desarrollo del DDT no había métodos satisfactorios para la represión de las pulgas. Los investigadores del laboratorio de Orlando demostraron que el DDT, aplicado en forma de polvos o rocíos a los edificios y terrenos infestados, eliminarían por completo las infestaciones de las pulgas comunes de los gatos y perros, y el personal del Ejército empleó el DDT con éxito para la represión de las pulgas durante la Segunda Guerra Mundial.

El Servicio de Salud Pública ha demostrado que puede reprimirse con éxito la pulga oriental de las ratas mediante la aplicación de polvos de DDT en los edificios, senderos, agujeros y otros lugares frecuentados por las ratas. Aplicado en esa forma el DDT ha disminuido el número de casos de tifo endémico en el sur de los Estados Unidos de Norteamérica.

Algunos de los nuevos insecticidas, clordano, toxafeno, lindano, heptaclor, dieldrina y aldrina, son también eficaces contra las pulgas en forma de polvos.

Aunque la aplicación del DDT a los edificios y a los animales infestados ha proporcionado un insecticida eficaz para la represión de las pulgas y de las enfermedades que transmiten, el insecticida tiene poco valor inmediato para proteger al hombre contra los ataques de los insectos. Se han llevado a cabo extensos estudios en el laboratorio de Orlando para desarrollar repelentes de las pulgas para el tratamiento de prendas que suministren protección individual, y entre las sustancias más eficaces entre las sometidas a prueba se encuentran el benzoato de bencilo y el ácido undecilénico. El repelente universal de los reznos constituye también un tratamiento eficaz contra las pulgas.

LA CHINCHE NO TRANSMITE NINGUNA ENFERMEDAD aunque es uno de los parásitos que atacan al hombre y se encuentran distribuidos más extensamente. Se mata fácilmente con muchos insecticidas de contacto, pero debido a sus hábitos de esconderse en sitios bien protegidos, es difícil de eliminar de los lugares infestados con esos tratamientos. Se empleó extensamente la fumigación de los

locales con gas del ácido hidrociánico, pero es casi imposible llegar a todos los escondrijos con una concentración del gas lo suficientemente alta para eliminar las infestaciones.

Como en las instalaciones militares se consideraban las chinches como una de las plagas más comunes y molestas, se iniciaron investigaciones para su represión en el laboratorio de Orlando.

Los entomólogos asignados al proyecto, A. W. Lindquist y A. H. Madden, decidieron que para que fuera realmente eficaz un insecticida tenía que matar las chinches por simple contacto y permanecer indefinidamente en forma de residuo letal, y por tanto, a principios de 1942, antes de que el DDT estuviera disponible, se comenzó a investigar la idea de un tratamiento de tipo residual para la represión de los insectos. Probaron varios cientos de insecticidas en el laboratorio, habiéndose encontrado que el piretro y un sinérgico, la *n*-butil undecilenamida, constituían el tratamiento más eficaz durante los primeros meses de su investigación. Se infestaron abundantemente jaulas especiales que tenían buenos escondites con chinches de las colonias del laboratorio y se trataron luego las superficies con el rocío de piretro, colocándose chinches en las jaulas en cada semana subsiguiente. El depósito residual del piretro y del sinérgico mató las chinches durante 3 ó 4 semanas. Desgraciadamente, se necesitaban todas las existencias de insecticidas para la represión de mosquitos, piojos y otros insectos más importantes.

Cuando estuvo disponible el DDT se probó inmediatamente como tratamiento. Las chinches que se colocaron en las jaulas de prueba murieron una semana tras otra. Se trataron después las casas infestadas con los insectos rociando las camas y los muros de los dormitorios, examinándose las camas cada semana, sin que se encontraran chinches vivas. Como verificación adicional se colocaron cada semana en las camas 25 chinches de la colonia del laboratorio, encontrándose solamente insectos muertos en la semana siguiente.

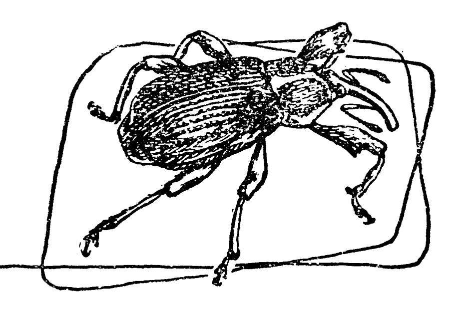
El coronel J. O. A. Daniels, oficial médico de la base aérea del Ejército en Orlando, había tenido dificultades para la represión de las chinches en los cuarteles, y se llevó a cabo bajo su dirección una prueba en gran escala. En abril y mayo de 1943 más de 100 cuarteles que contenían alrededor de 6,000 camas se trataron cuidadosamente con DDT. Se observaron minuciosamente los resultados aproximadamente durante 6 meses sin encontrar ninguna chinche y esas pruebas no sólo demostraron el valor del DDT contra esos insectos, sino que fueron aún de mayor importancia para establecer el valor potencial del principio de los tratamientos residuales contra insectos más importantes, especialmente los mosquitos y las moscas.

LOS SABIOS QUE HAN TOMADO PARTE EN LA INVESTIGACIÓN sobre la represión de mosquitos, piojos, ácaros, pulgas, reznos, chinches y moscas, han mejorado grandemente la salud, bienestar y comodidad de la Humanidad, y creo que los métodos desarrollados por ellos para la destrucción de esos vectores de enfermedades harán que no se repitan las graves epidemias de tifo, malaria y peste que ocurrieron en el pasado, pero la tarea de enseñar al público cómo aprovecharse de estos adelantos está muy lejos de haber terminado, aunque organizaciones tales como la Organización Mundial de la Salud están diseminando información sobre estos significativos adelantos.

E. F. KNIPLING, *graduado del Colegio Agrícola y Mecánico de Texas, y del Colegio del Estado de Iowa, está encargado de la división de insectos que afectan al hombre y a los animales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Ha estado con el Departamento de Agricultura desde 1931. Du-*

rante la Segunda Guerra Mundial el doctor Knipling estuvo encargado del laboratorio de Orlando, Florida. Se concedió al laboratorio en 1947 la Recompensa por Servicio Distinguido del Departamento de Agricultura. El Ejército concedió al doctor Knipling la Medalla al Mérito y la Medalla de la Comisión del Tifo de los Estados Unidos de Norteamérica. El rey de Inglaterra le concedió la Medalla por Servicios a la Causa de la Libertad en recompensa de sus contribuciones en el laboratorio de Orlando.

Los insectos del algodón



Los adelantos de la investigación sobre los insectos del algodón

C. F. Rainwater

EL ALGODÓN es una planta que parece haber sido diseñada especialmente por la Naturaleza para atraer los insectos. Tiene hojas verdes y suculentas, muchas flores grandes y abiertas, nectarios en cada hoja y flor y un gran número de frutos. Todo parece haber sido hecho a la orden para los insectos. Algunos de ellos son beneficiosos para el hombre y otros abiertamente nocivos, tales como el picudo y el gusano de la cápsula, el gusano rosado de la cápsula, el gusano de la hoja, el áfido y el saltón del algodón, el escarabajo mate y el escarabajo rápido de las plantas, la conchuela, el escarabajo fétido verde, los ácaros de las arañas y los saltamontes.

El gusano de la hoja del algodón fue el primer insecto importante que privara a los primeros cultivadores de algodón de una parte considerable de su cosecha. Los registros que datan del siglo XVIII muestran que en algunos años destruyó del 25 al 90% del algodón. Muchos de los primeros cultivadores eran apasionados observadores de los insectos y nos dejaron descripciones minuciosas de ellos, del tipo y cantidad de daños que causaban, del tiempo en que aparecían en varias localidades, datos sobre su historia vital y los efectos que producían en ellos los insectos de presa.

El gusano de la cápsula se hizo notar a principios del siglo XIX, y éste y el gusano de la hoja a menudo destruyeron completamente las cosechas en algunas localidades. Muchos de los primeros autores e investigadores no podían distinguir entre el gusano de la cápsula y el de la hoja y sin duda eran incorrectos los cálculos de los daños que causaban.

La investigación efectuada por los cultivadores individuales de algodón era la principal fuente de información relacionada con los insectos de esa cosecha durante la primera mitad del siglo XIX. La información se diseminaba principalmente por medio de la correspondencia entre las personas y por los periódicos. El hecho de que fue un cultivador el que informó por primera vez que el gusano de la cápsula del algodón y el de la mazorca del maíz son un solo y mismo insecto, demuestra la significación y la precisión de ciertas investigaciones en aquella época.

A medida que el país crecía y que aumentaba la producción de algodón aparecieron otras plagas de insectos que constituían un serio problema para los cultivadores. En 1855 se sabía ya que los escarabajos fétidos y los áfidos eran

graves plagas del algodón y a menudo el cultivo de éste resultaba poco productivo a los cultivadores a causa de los insectos, siendo evidente que el Gobierno debía tomar parte en el estudio y represión de los insectos. En consecuencia, el Congreso ordenó en 1878 que se efectuara una investigación especial sobre los insectos.

Los primeros estudios tuvieron por objeto en gran parte determinar la historia vital y hábitos de las especies que entonces causaban daños, los efectos de sus enemigos naturales y los métodos de cultivo para su represión. Esas investigaciones suministraron gran parte de los fundamentos de los esfuerzos posteriores de represión.

Las primeras medidas de represión que tuvieron éxito fueron los métodos de cultivo, y aun ahora se les reconoce una importancia fundamental. La siembra temprana de variedades de algodón que fructificaban temprano, el frecuente cultivo, los cultivos limpios, la remoción de los desperdicios y los surcos de defensa alrededor de los campos, así como el arado en otoño e invierno, se reconocieron desde un principio como valiosas ayudas para la represión de los insectos que atacan al algodón.

Los primeros investigadores, tanto profesionales como prácticos, también dieron atención a los medios artificiales de represión. Probaron diferentes clases de atrayentes y repelentes, cebos envenenados, hogueras en los campos por las noches para atraer los insectos, implementos mecánicos para desalojar los insectos de las plantas y recolectarlos y la eliminación manual de los insectos de las plantas. Los cultivadores de plantas contribuyeron grandemente a la investigación en los primeros años de la década de 1900. Llevaron a cabo estudios para desarrollar variedades de algodón que pudieran resistir mejor los ataques de los insectos, variedades que crecían rápidamente y que se maduraban temprano, de modo que la cosecha pudiera producirse y madurarse antes de que los insectos tuvieran tiempo de incrementarse al máximo, y variedades más prolíficas que podían producir frutos adicionales después de que había sido destruida una parte de ellas, y de hecho el cultivo de plantas es todavía una parte vital de la investigación en relación con la represión de los insectos del algodón.

La investigación sobre la represión química de los insectos del algodón comenzó realmente con todo ahinco a principios de la década de 1900. Se aplicaron varias sustancias químicas en forma de rocíos con la esperanza de encontrar medios de represión eficaces, y desde 1905 se recomendó el verde de paris en forma de rocío para combatir ciertos insectos. Por entonces comenzaron a usarse extensamente la púrpura de londres y el arseniato de plomo. Los métodos de aplicación eran primitivos y esto explica probablemente en gran parte los fracasos en la obtención de una represión efectiva. Un método, por ejemplo, consistía en revolver la sustancia química en agua y rociarla sobre las plantas con una rama de cedro. Otro método consistía en hacer pequeños agujeros en tinas o barriles de madera y dejar que la solución escurriera sobre las plantas a través de ellos. Sin embargo, los rocíos se emplearon en forma bastante generalizada durante ese período.

En esa época se apreció en todo su valor la contribución del ingeniero agrícola. El diseño de máquinas para aplicar los rocíos es un ejemplo de sus primeros esfuerzos. Se construyeron varios accesorios que se montaban en los arados para sacudir los insectos y las brácteas infectadas de las plantas y recolectarlos para enterrarlos, quemarlos o destruirlos en cualquier otra forma. Un implemento que se recomendaba extensamente era una rastra de cadena que estiraba las brácteas infectadas de debajo de las plantas y las depositaba en el centro de los surcos de modo que quedaran expuestas al sol, muriendo así las larvas que las infestaban.

En 1908 se usó por primera vez el arseniato de plomo en polvo para la represión de insectos, y desde entonces hasta 1916 se efectuaron cientos de experi-

mentos con polvos de arseniato de plomo, verde de paris y púrpura de londres. Esos polvos eran muy eficaces contra el gusano de la hoja del algodón y algunos otros insectos, pero nunca fueron completamente satisfactorios contra el picudo o el gusano de la cápsula, por lo que se siguió dando importancia a los métodos de cultivo para la represión de la mayoría de las plagas del algodón.

El descubrimiento en 1916 de que el polvo de arseniato de calcio era sumamente eficaz contra ciertos insectos del algodón fue de gran importancia. Sin embargo, durante las tres décadas siguientes, la investigación sobre la represión de los insectos del algodón se limitó en gran parte al desarrollo de polvos, mezclas de ellos y métodos para aplicarlos. Durante ese período se demostró que podían reprimirse en forma económica las plagas de los insectos del algodón y que su producción era costeable aun bajo condiciones de infestaciones serias.

Mientras tanto, había aparecido otra grave amenaza de los insectos. Se descubrió en Texas en 1917 el gusano rosado de la cápsula, que se conocía como la plaga más grave del algodón en el mundo entero. Mucha gente creyó que nuestra industria algodonera desaparecería si se permitía que la plaga se propagara en la misma forma que el picudo de la cápsula y, por tanto, se redoblaron los esfuerzos de los investigadores para estudiar la biología, ecología y represión del gusano rosado. Esas investigaciones suministraron la base para el éxito de la campaña destinada a evitar su propagación a las principales áreas productoras de algodón por medio de disposiciones de cuarentena y esfuerzos para su represión.

Durante la década de 1920 la investigación sobre los insectos del algodón llegó a su máximo. El picudo de la cápsula había completado su propagación hacia el Este y hacia el Norte hasta invadir la zona algodonera desde Texas hasta Virginia, y en cada Estado de esa zona se buscaron afanosamente nuevos métodos de represión contra los insectos del algodón. La escasez de la fibra después de la Primera Guerra Mundial hizo que subieran los precios y la prosperidad estaba al alcance de cualquier agricultor si podía producir algodón a pesar de los insectos. El intenso cultivo creó nuevos problemas de insectos; aquellos que con anterioridad se confinaban en su mayoría a otras plantas se veían forzados a invadir el algodón a medida que se sometían nuevas tierras al cultivo y que aumentaba la intensidad de éste, teniendo que aceptarse como graves plagas del algodón el saltón del algodón, los escarabajos de las plantas, succionadores, áfidos, ácaros de las arañas y escarabajos fétidos. El fin principal de los investigadores era la represión. Se había comprobado que el arseniato de calcio era eficaz contra el picudo, el gusano de la cápsula y el gusano de la hoja. Se habían perfeccionado los métodos de aplicación en la superficie del suelo y desde aeroplanos y se empleaban millones de libras anualmente. La nicotina reprimía el áfido del algodón, y la primera combinación de insecticidas, arseniato de calcio y nicotina reprimían simultáneamente el picudo, el gusano de la cápsula y el áfido. Se encontró que el azufre era eficaz contra el saltón del algodón y otros escarabajos de las plantas así como contra los ácaros de las arañas, por lo que a pesar de la creciente complejidad de los problemas de insectos la investigación demostró que podían reprimirse económicamente con éxito y que la producción del algodón podía ser costeable a pesar de ellos.

Desde 1930 hasta 1945 se dio atención principal al desarrollo de nuevos métodos para mejorar los ya existentes para la represión. Se sometieron los diversos métodos a minuciosas pruebas bajo varias condiciones de clima. Los escarabajos de las plantas causaban graves daños en las localidades de riego del Suroeste y se empleó una mezcla de 7.5% de verde de paris y 92.5 de azufre para combatirlos.

En esa forma y durante medio siglo se habían desarrollado medidas de

represión para todas las principales plagas de insectos del algodón, desapareciendo la amenaza de que la industria algodonera de los Estados Unidos de Norteamérica pudiera extinguirse a causa de lcs insectos. No habían podido extirparse los insectos y de hecho eran mucho más numerosos al finalizar ese período que al principio de él, pero sabíamos cómo controlarlos y nuestros éxitos en su represión sólo hicieron las condiciones más favorables para su rápido aumento cuando se descuidó esa represión. Era inevitable que tuviera que continuarse la lucha contra los insectos del algodón. Los cultivadores se habían resignado a considerar que la represión de los insectos constituía una parte tan importante de sus operaciones de cultivo como la selección de buena semilla, la fertilización adecuada o los métodos de cultivo apropiados.

En 1945 se inició una nueva era en la investigación. El desarrollo de nuevos y más poderosos insecticidas orgánicos abrió nuevos campos pero al mismo tiempo creó nuevos problemas de investigación.

Los primeros experimentos con los nuevos insecticidas orgánicos demostraron que no eran una panacea. El DDT fue el primero que se sometió a extensas pruebas, seguido por el hexacloruro de benzol, toxafeno y clordano, encontrándose que todos ellos eran altamente eficaces contra ciertas plagas de insectos del algodón y adoptándose en las recomendaciones para su represión en muchos Estados, pero ninguno de ellos reprimía todas las plagas principales, desarrollándose ciertas combinaciones tales como la de 3% del isómero gama del hexacloruro de benzol con 5% de DDT y 40% de azufre, la de 20% de toxafeno con 40% de azufre y la de 10% de clordano con 5% de DDT.

Se aceleró grandemente la síntesis de nuevos compuestos orgánicos y se probaron miles de ellos en cuanto a su eficacia como insecticidas en los fines de la década de 1940 y principios de la de 1950. Se incluyeron en las recomendaciones oficiales de algunos Estados la aldrina, dieldrina, parathion y pirofosfato de tetraetilo. Otras sustancias, especialmente el heptaclor, EPN (O-etil O-*p*-nigrofenil tiofosfonato de benzol), éster de metilo, parathion y un esterio isome de dieldrina mostraron grandes promesas en las últimas pruebas, pero de nuevo ninguna satisfizo los requisitos de un insecticida del algodón para todo uso y todavía tiene que buscarse la combinación más eficaz en cada zona o Estado.

Ciertos insecticidas orgánicos pueden matar los insectos que se desarrollan dentro de los tejidos de las plantas, así como aquellos que se alimentan en sus partes exteriores. Se sabe que el heptaclor, clordano, aldrina, dieldrina, y hasta cierto punto el hexacloruro de benzol, matan los picudos de las cápsulas que se desarrollan dentro de las brácteas perforadas cuando se aplican al algodón bajo condiciones de campo, y esta propiedad puede ser de gran importancia para determinar el valor final de los venenos que se empleen contra los insectos del algodón y puede tener gran alcance en el desarrollo de mejores métodos de represión.

En general, los insecticidas orgánicos se prestan fácilmente para su incorporación en concentrados emulsificables por medio del empleo de solventes y emulsificantes adecuados. Debidamente preparados pueden diluirse en agua y aplicarse en forma de rocíos de baja presión y poca cantidad y actualmente hay la tendencia a emplear esos insecticidas para la represión de los insectos del algodón. En 1950 y 1951 se aplicaron millones de galones en los plantíos de algodón, y los experimentos recientes han demostrado que pueden ser suficientes cantidades tan pequeñas como un galón por acre de un rocío concentrado que contenga las cantidades necesarias de insecticida o insecticidas. Como los rocíos pueden aplicarse bajo condiciones que harían ineficaces los polvos, las investigaciones relativas han constituido un progreso notable. Muchos agricultores aplican rocíos concentrados al algodón cuando cultivan las cosechas, reduciendo así sus costos de aplicación. Se han desarrollado rocíos combinados para la represión

simultánea de la mayoría de los insectos del algodón y pueden aplicarse con éxito con equipo de superficie o desde un aeroplano.

El desarrollo de programas apropiados para la aplicación de insecticidas al algodón ha contribuido en gran parte a disminuir los costos. Los programas de represión temprana en la estación que se han desarrollado en muchas áreas han tenido tanto éxito que hacen innecesarias las aplicaciones adicionales más tarde, necesitándose cantidades considerablemente menores de insecticidas para cada aplicación con el sistema de aplicaciones tempranas. La destrucción de muchos insectos de menor importancia hace que las plantas crezcan más rápidamente y que la cosecha se madure más temprano, teniendo el agricultor una mejor oportunidad de recolectarla. Tanto los polvos como los rocíos se han empleado con éxito en las represiones tempranas de estación, pero parece que los rocíos son preferibles a los polvos debido en gran parte a que pueden aplicarse directamente a las plantas pequeñas por medio de equipo rociador adecuado, mientras que con los polvos hay cierto desperdicio que es inevitable. Las máquinas de superficie son preferibles a los aeroplanos para la aplicación de rocíos al algodón temprano en la estación por la misma razón.

La necesidad de la investigación se deriva del hecho de que el valor del algodón destruido por los insectos ha alcanzado un promedio de más de 100 millones de dólares anuales desde 1929, que llegó a un máximo nunca alcanzado de más de 900 millones de dólares en 1950. El valor de la investigación se demuestra con los miles de agricultores que han seguido las recomendaciones y que han aumentado sus rendimientos tres, cuatro y cinco veces sobre los de aquellas áreas en donde no se empleó ninguna represión. Los cultivadores de algodón que han seguido los progresos de la investigación y sus recomendaciones han obtenido frecuentemente, debido exclusivamente a la represión de los insectos, utilidades netas de 150 a 175 dólares por acre y beneficios de 20 a 28 dólares por cada dólar gastado en insecticidas. La diferencia entre las utilidades y pérdidas de un determinado acre de algodón depende a menudo por completo de la represión de los insectos.

C. F. RAINWATER *creció en una hacienda algodonera del sur de Mississippi, y desde que se graduó en el Colegio del Estado de Mississippi en 1931 ha estado encargado de la investigación sobre los insectos del algodón en Louisiana, Florida, South Carolina y Texas. Desde 1948 ha tenido a su cargo la investigación de laboratorio sobre los insectos básicos del algodón en College Station, Texas.*

El picudo de la cápsula del algodón

R. C. Gaines

EL PICUDO de la cápsula, nativo indudablemente de México o América Central, tiene aproximadamente un cuarto de pulgada de largo y la tercera parte de ancho. La cantidad de alimento que la larva en desarrollo obtiene de las brácteas (retoños florales) o cápsulas (fruto), causa diferencias en el tamaño de los

picudos. El color varía de amarillo pálido a gris o casi negro, dependiendo de su edad.

El picudo de la cápsula se identificó por primera vez por el entomólogo sueco Boheman por medio de ejemplares que obtuvo en México. Sabemos muy poco sobre su propagación en México. Cruzó el Río Grande del Norte cerca de Brownsville, Texas, hacia 1892 y en 1894 se había propagado a seis condados del sur de Texas, avanzando de 40 a 160 millas por año, y en 1922 había infestado más del 85% de nuestra zona algodonera.

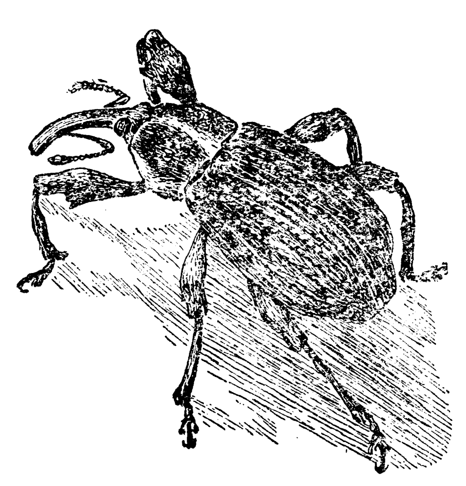
Es posible producir algodón en la parte infestada de la zona algodonera, porque mueren cerca del 95% de los adultos durante la invernada, y muchos de los que sobreviven al invierno mueren antes de que el algodón produzca brácteas en las que puedan depositar sus huevos. Aun después de que se han depositado los huevos y que se ha iniciado el desarrollo de los picudos, el calor, la sequía, los insectos parásitos y de presa y los pájaros ayudan grandemente a detener su rápida multiplicación, y sin esas interferencias naturales las progenies de un solo par de picudos podrían llegar a varios millones en una estación.

Se ha dado mucha atención a la posible represión del picudo por medio de parásitos. Aproximadamente el 80% de todos los parásitos criados en los diversos Estados son *Bracon mellitor*. Otras importantes especies son el *Triaspis curculionis, Eurytoma tylodermatis, Catolaccus hunteri, Zatropis incertus, Eupelmus cyaniceps amicus* y *Myophasia globosa,* habiendo quedado infestado por los parásitos aproximadamente el 6% del total de las larvas de picudos. En ocasiones esa parasitización ha llegado hasta un 30%, y en unas cuantas localidades ha conservado el alto nivel de 20% durante toda la estación. Se han esparcido en los campos algodoneros el *Bracon kirkpatricki* de Kenia y el *Triaspis vesticida* y *Bracon vesticida* de Perú, pero no hay pruebas de que ninguno de ellos se haya establecido en los Estados Unidos de Norteamérica.

Los daños causados por el picudo varían grandemente de año en año. Durante 1950, por ejemplo, los daños causados por el picudo fueron mayores que en cualquier otro año desde 1921 y 1922 en la zona algodonera en total, y fueron los mayores que se registraron en Arkansas, North Carolina y Virginia. Los suministros de alimentos y material de propagación que se afectan con las condiciones de clima a fines del verano y principios de otoño determinan el número y condiciones de los picudos que invernarán. Las bajas temperaturas en invierno influencian grandemente su supervivencia y emergencia durante la primavera y verano siguientes, y los efectos de las lluvias y de la temperatura son más importantes durante el período de producción de algodón. Cada uno de esos factores constituye un estudio separado. En Tallulah, Louisiana, ocurrió una mayor correlación entre el número de días en los que hubo 0.3 pulgadas o más de precipitación pluvial, del 21 de julio al 19 de agosto, y el porcentaje de incremento en los rendimientos de las parcelas experimentales en las que se reprimieron los picudos que la ocurrida entre cualesquiera otros dos factores variables.

La investigación para tratar de disminuir las pérdidas causadas por el picudo se inició por el Departamento de Agricultura en 1894 y se ha continuado hasta la fecha con excepción de 1898 a 1900, cuando Texas hizo una contribución especial y todo el trabajo se llevó a cabo por el entomólogo estatal. Los diversos Estados de la zona algodonera han efectuado también investigaciones, y desde 1947 se ha llevado a cabo cada año una conferencia de investigadores federales y estatales en relación con los estudios sobre los insectos del algodón en el mes de noviembre o diciembre. Los informes de esa conferencia compilan los resultados de las investigaciones y constituyen la base para las recomendaciones de represión.

Las prácticas indirectas o de cultivo son de vital importancia, ya que no se puede obtener éxito en la represión si no se aprovechan al máximo todos los métodos indirectos posibles. El programa de represión debe basarse en una combinación de los diferentes métodos más bien que en un intento de concentrar todos los esfuerzos en la represión directa. Algunas de las más importantes prácticas de cultivo son la preparación de las camas de semilla, la siembra temprana, el tratamiento de la semilla, la siembra de variedades recomendadas, la mejoría y la fertilización de las tierras, los frecuentes cultivos a poca profundidad, la limpieza de los lugares favoritos para invernar y la temprana destrucción de los tallos del algodón.



Picudo de la Cápsula.

Esa temprana destrucción de los tallos, una de las primeras recomendaciones que hacen los entomólogos, es una práctica lógica, ya que priva de alimento a los picudos, detiene su propagación tardía en la estación y hace que los adultos comiencen a invernar en un estado de inanición más o menos completo, que aumenta la mortalidad de invierno. La temprana destrucción de los tallos se refleja en el éxito de la represión. En una larga serie de experimentos efectuados en Tallulah, Louisiana, no hubo supervivencia cuando se colocaron los picudos en jaulas durante la primera semana de septiembre, mientras que ocurrió la supervivencia más alta en jaulas instaladas durante la segunda quincena de octubre y la primera de noviembre, que es el tiempo durante el cual las heladas matan normalmente el algodón y los picudos comienzan a invernar.

El programa de destrucción de tallos llevado a cabo en el valle del Río Grande en Texas y México para la represión del gusano rosado de la cápsula ha disminuido grandemente las pérdidas de las cosechas causadas por el picudo en esa región. Se incluyeron en ese programa de limpieza más de un millón de acres de algodón en los condados de Cameron, Hidalgo y Willacy, de Texas, y en las áreas adyacentes en México, que requiere la terminación de las siembras el 31 de marzo y la destrucción de los tallos el 31 de agosto. Inmediatamente después, los desperdicios se entierran profundamente y se eliminan los retoños y brotes de algodón, a fin de crear un período libre de huéspedes entre las cosechas.

Ese programa ha disminuido la infestación y aumentado los rendimientos de algodón en esa área. Se han llevado registros de infestación de brácteas en el mes de junio en los tres condados desde 1944 hasta 1950. En 1944 y 1945, antes de que se iniciara el programa, había un promedio de infestación de 38.5%. Desde 1946 a 1950, después del programa de limpieza, el promedio de infestación fue de 10.5%. El promedio de rendimiento de fibra por acre fue de 213 libras en los tres condados durante los 5 años anteriores al programa de limpieza y de 342 libras en los 5 años subsecuentes.

La defoliación química de las plantas de algodón hace que los picudos abandonen los campos tratados casi inmediatamente. La defoliación adecuada detiene el crecimiento de las plantas de algodón y acelera la apertura de las cápsulas, pudiendo recolectarse más temprano la cosecha, lo que permite que los tallos se destruyan también más temprano.

Se emplea la represión directa del picudo por medio de insecticidas cuando fallan las condiciones naturales y los métodos indirectos. Los tratamientos deben iniciarse cuando el algodón está en la etapa anterior a la producción de brácteas, en aquellos campos donde los picudos son extraordinariamente abundantes, a fin de matar los insectos que sobreviven al invierno. El picudo del algodón en fruto es difícil de envenenar porque las etapas iniciales se desarrollan dentro de las brácteas o cápsulas y no se ha encontrado ningún veneno que sea eficaz en los campos contra esas etapas en tiempo normal. Hay que envenenar los adultos, pero como se alimentan escasamente en los tejidos exteriores de las plantas es difícil hacerlo. El número de aplicaciones necesarias varía grandemente de un campo a otro y de un año a otro. Las aplicaciones se inician cuando se ha perforado de un 10 a un 25% de las brácteas, dependiendo de la localidad, tipo y fertilidad de la tierra, y deben repetirse a intervalos de 4 a 5 días, porque las plantas crecen rápidamente, los venenos se desintegran químicamente y pueden ser removidos de las plantas por los vientos, los rocíos o las lluvias.

Se han probado muchos insecticidas y mezclas de insecticidas.

Hace muchos años se probó el arseniato de calcio y se encontró que era tan eficaz que conservó su primer lugar como veneno de los picudos hasta que estuvieron disponibles los insecticidas orgánicos en 1947 y 1948.

Generalmente el arseniato de calcio hace que aumenten los áfidos del algodón, y después de varios años de experimentos se recomendó en 1940 una mezcla de arseniato de calcio conteniendo 2% de nicotina en aplicaciones alternadas. La mezcla era muy eficaz contra los picudos y los áfidos del algodón cuando se aplicaba en debida forma, pero las existencias de nicotina eran tan limitadas que el programa no pudo llevarse a cabo en todas las áreas donde habría podido emplearse con éxito. En South Carolina, en donde los residuos de arseniato de calcio en algunas tierras causan daños a las cosechas, se disminuyó el arsénico empleando una mezcla de arseniato de calcio y cal, y en algunas partes de Texas donde había otros insectos además del picudo de la cápsula se empleó una mezcla de arseniato de calcio y azufre.

El DDT no reprime el picudo y a menudo produce condiciones favorables para el aumento de los áfidos del algodón y de los ácaros de las arañas al disminuir las cantidades de sus enemigos naturales. Como es eficaz contra el gusano de la cápsula, se ha vuelto necesario en las mezclas de insecticidas que se emplean ahora generalmente en el algodón.

Se encontró que el hexacloruro de benzol, que se probó por primera vez contra los insectos del algodón en 1945, es eficaz contra el picudo y otras plagas del algodón, pero no pudo reprimir el gusano de la cápsula ni los ácaros de las arañas y a menudo causó un aumento en las cantidades de esas plagas. Entre las muchas combinaciones que se probaron, una de las mejores fue una mezcla conteniendo 3% del isómero gama del hexacloruro de benzol, 5% de DDT y 40% de azufre. El hexacloruro de benzol mata el picudo, el áfido del algodón, los escarabajos mate y los rápidos, el gusano de la hoja del algodón, los succionadores, los escarabajos fétidos verdes, el gusano de telaraña, el gusano de ejército de otoño, el saltón del algodón y los saltamontes. El DDT mata el gusano de la cápsula, el gusano rosado de la cápsula, los escarabajos de las plantas, los saltones y los succionadores. El azufre evita el desarrollo de las perjudiciales infestaciones de ácaros, y la importancia de su uso, principalmente para combatir los ácaros, se demuestra con el hecho de que en 1950 se emplearon casi 200 millones de libras.

El hexacloruro de benzol en esa mezcla es un destructor rápido y mata como vapor, por contacto y como veneno estomacal. Las aplicaciones alternadas de este eficaz destructor (que tiene también un corto efecto residual) y el arseniato

de calcio (un destructor más lento con efecto residual más prolongado), constituye un programa eficaz de represión.

El toxafeno ha proporcionado una excelente represión del picudo y reprime también muchas otras plagas de insectos del algodón. Al igual que el DDT y el hexacloruro de benzol, puede producir un aumento en las cantidades de ácaros, y en áreas donde éstos constituyen un problema debe añadirse por lo menos un 40% de azufre.

El clordano ha dado resultados prometedores en algunas pruebas contra el picudo, pero los polvos conteniendo hasta un 10% de la sustancia han dado resultados diversos. El clordano causa un aumento en los gusanos de la cápsula y en los ácaros, y cuando se emplea a bajas concentraciones puede causar también un aumento del áfido del algodón, por lo que no se ha empleado extensamente contra el picudo.

La aldrina se ha probado en toda la zona algodonera. Es un veneno eficaz contra el picudo si se usa en cantidad suficiente. Cuando se emplea sola puede causar un aumento en las cantidades de ácaros. La aldrina no reprime las graves infestaciones del áfido del algodón, y en algunos casos ha causado un aumento en su número, por lo que debe añadirse DDT a cualquier mezcla de aldrina para la represión de los gusanos de la cápsula y azufre para evitar los aumentos de los ácaros.

La dieldrina es un buen veneno contra el picudo si se usa en cantidades suficientes, debiendo añadirse DDT a sus mezclas para ayudar a la represión del gusano de la cápsula y azufre para evitar un aumento de los ácaros.

El heptaclor ha proporcionado una excelente represión del picudo, debiendo añadirse DDT a sus mezclas para la represión del gusano de la cápsula y azufre para evitar un aumento de los ácaros.

Cada uno de estos insecticidas tiene su sitio en los programas de represión del picudo. Algunos son más eficaces en ciertas áreas y bajo ciertas condiciones que otros, y se necesita una intensa experimentación para determinar las condiciones exactas y las localidades en donde pueden ser más eficaces. En experimentos recientes en gran escala, sin embargo, la aldrina, hexacloruro de benzol, arseniato de calcio, clordano, dieldrina, heptaclor y toxafeno han dado una represión satisfactoria del picudo cuando se aplican debidamente de acuerdo con las necesidades.

El equipo y los métodos de aplicación de los venenos a las plantas de algodón para la represión del picudo difieren grandemente, habiendo sido más populares los polvos que los rocíos durante mucho tiempo. El rocío del algodón con compuestos de arsénico no ha resultado económico. Sin embargo, los experimentos efectuados en muchas áreas en 1949 y 1950 indicaron que algunos de los insecticidas orgánicos aplicados como rocíos emulsionados a bajas presiones y en poco volumen por acre eran eficaces contra el picudo.

Los rociadores de mano y de silla, las máquinas de tracción animal y de tipo de carretilla, las máquinas o carros de tracción, los rociadores mecánicos y los aeroplanos son los diversos tipos de máquinas que se emplean generalmente para aplicar rocíos. Cada tipo tiene su lugar. Los rociadores que se emplean comúnmente son de dos tipos generales, de superficie o de aeroplano.

El cultivador de algodón dispone ahora de una amplia selección de insecticidas o combinaciones de insecticidas que pueden emplearse para reprimir el picudo y que incluyen polvos y rocíos que parecen ser igualmente eficaces. Más importantes aún que esto y que los métodos empleados son las épocas adecuadas para iniciar su aplicación, los intervalos correctos entre aplicaciones, las condiciones favorables de clima, la cobertura completa y la continuación de las aplicaciones hasta que haya madurado la cosecha.

R. C. Gaines *es un entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en el Instituto Politécnico de Alabama en 1920 y ha estado en la Oficina desde el 1º de septiembre de 1920. En enero de 1931 quedó a cargo del laboratorio de la división de investigaciones sobre insectos del algodón en Tallulah, Louisiana.*

El gusano rosado de la cápsula del algodón

L. F. Curl y R. W. White

El gusano rosado de la cápsula del algodón apareció por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica en 1917 cerca de Hearne, condado de Robertson, Texas.

La primera noticia que se tuvo de esta plaga fue en 1842 en un informe de W. W. Saunders, de la Sociedad Entomológica de Londres, quien recibió ejemplares de las plantaciones de algodón en la India. Desde entonces se ha propagado a la mayoría de los países productores de algodón. Se tuvieron noticias de graves depredaciones en 1904 en lo que entonces era el África Oriental Alemana. Se cree que el gusano rosado de la cápsula se introdujo en Egipto procedente de la India alrededor de 1906 ó 1907, y en 1909 se encontró en las islas Hawaii, en donde causó daños tan graves que hizo que se abandonara la producción del algodón.

El algodón se cultiva comercialmente en 60 ó 65 países, 8 de los cuales, los Estados Unidos de Norteamérica, la India, la China, la Unión Soviética, Egipto, Brasil, México y Argentina, producen más de nueve décimos de la cosecha mundial. Se dice que el gusano rosado de la cápsula se ha establecido generalmente en todos ellos a excepción de los Estados Unidos de Norteamérica y de México. Las pérdidas de algodón causadas por la plaga han alcanzado un promedio de 15 a 25% en la India y en Egipto. En China ha causado pérdidas mayores que las debidas a todos los demás insectos juntos, y en 1933 fue tan grave en la Unión Soviética que los entomólogos de aquel país vinieron a los Estados Unidos de Norteamérica para estudiar métodos de represión. En Brasil ocurre un promedio anual de pérdidas de 25 a 45%, que llegó hasta 60 ó 70% en la cosecha de algodón de 1949-50.

El gusano rosado de la cápsula se introdujo en México en 1911 y puede atribuirse a él la pérdida de un promedio de 15 a 20% de los rendimientos de la Comarca Lagunera. Llegó a los Estados Unidos de Norteamérica en los envíos de semilla de algodón infestada que se hicieron de La Laguna a algunos molinos de aceite de Texas y pronto se encontró en los campos algodoneros cercanos. Los daños comerciales en los 35 años siguientes han sido escasos, porque se adoptaron inmediatamente enérgicas medidas de represión, primeramente en un esfuerzo para extirparlo y más tarde, cuando se encontró que ésta era una meta imposible, un programa destinado a suprimir la infestación y a evitar su propagación. A pesar de la baja intensidad de la infestación en la mayoría de las áreas afectadas, sin embargo, el gusano rosado de la cápsula ha infligido daños serios en ciertas localidades y en granjas individuales. Por ejemplo, los campos del condado de Presidio, Texas, quedaron totalmente dañados en 1931, y en 1939

varios miles de acres del condado de Cameron, Texas, sufrieron pérdidas comerciales.

En 1943 algunos campos del suroeste de Louisiana sufrieron daños de 25 a 30% en las cápsulas causados por los ataques del gusano rosado. En 1950, en un campo de 400 acres en el condado de Nueces, Texas, tuvo que desecharse el 54% de las cápsulas debido al gusano rosado. Otros campos sufrieron pérdidas de 30 a 40%, y en un pequeño campo de algodón tardío quedaron arruinadas todas las cápsulas debido a los ataques del gusano rosado.

En 1951 se iniciaron cuarentenas y medidas de represión en 5 Estados: Arizona, New Mexico, Oklahoma, Texas y Louisiana, debido a que en ellos apareció primero el gusano rosado, aun cuando ocurre también en los algodones silvestres y en las plantas domésticas de algodón en el sur de Florida.

El adulto del gusano rosado de la cápsula es una pequeña mariposa café que tiene aproximadamente cuatro quintos de pulgada de punta a punta de las alas extendidas. En el día las mariposas permanecen inactivas y raramente se ven, aun en campos gravemente infestados. Las hembras comienzan a poner huevos un día o dos después de que emergen y continúan haciéndolo durante 4 ó 5 días o más, siendo su período de vida normal aproximadamente de 10 días.

Los huevos son pequeños, blancos y ovalados, estando su superficie cubierta de arrugas muy finas. La mariposa pone generalmente alrededor de 200 huevos, la mayoría de los cuales se depositan en la base de las cápsulas que se están madurando, debajo de su cáliz. A principios de estación y a falta de las cápsulas preferidas, o más tarde después de que la infestación ha llegado al punto de saturación en las cápsulas, los huevos se depositan a menudo en las brácteas. Los huevos incuban en 4 ó 5 días en el verano y las pequeñas larvas perforan las cápsulas o brácteas.

La larva recién incubada es de un blanco brillante, tiene la cabeza café oscuro y se asemeja muy poco al gusano completamente desarrollado. La larva madura tiene aproximadamente media pulgada de largo y las anchas bandas moteadas de color rosa subido le dan el color de donde toma su nombre. Generalmente, las larvas de las progenies de verano completan su crecimiento en 8 a 12 días y en el verano la mayoría de ellas perforan agujeros para abandonar las cápsulas, cayendo a la tierra para formar crisálidas en su superficie, en los desperdicios o en las hendiduras de la tierra. Las crisálidas pueden también desarrollarse en las cápsulas en áreas donde las lluvias son abundantes.

Las larvas en reposo, que son las que invernan de modo natural o forzado, actúan en forma diferente. En tiempo frío, la falta de humedad o de alimentos u otras condiciones desfavorables pueden hacer que un gran porcentaje de ellas entre en esa etapa de reposo. Este ciclo dura comúnmente hasta la primavera siguiente, cuando el algodón comienza a fructificar de nuevo, especialmente si se inició a fines de estación, después de que ha principiado el tiempo de frío. Se sabe de larvas que invernan durante más de 2 años, y el tiempo extremadamente seco a fines del verano o principios del otoño hace que las larvas invernen en mayor número que de costumbre. Si al tiempo seco siguen lluvias abundantes, muchas de las larvas inactivas se convierten en crisálidas y emergen como mariposas, característica que constituye un factor para su represión por medio de la destrucción de los tallos del algodón inmediatamente después de la cosecha, a fin de que las mariposas no encuentren donde depositar sus huevos cuando salen.

La etapa de crisálida dura de 8 a 10 días en verano, pero generalmente se prolonga en los días más fríos de primavera y otoño. La crisálida es blanquecina, con débiles marcas de color rosa al formarse, y se vuelve de color café caoba a medida que se seca y de un café más oscuro antes de que salga la mariposa.

Tiene aproximadamente un cuarto de pulgada de largo y está cubierta de un vello aterciopelado, no encontrándose en la práctica otra crisálida de tamaño semejante con un vello tan abundante. La parte trasera de la crisálida es corta, gruesa, en forma de gancho y vuelta hacia arriba.

En las mejores condiciones durante la estación de procreación del verano, el gusano rosado de la cápsula puede completar su ciclo vital en 22 ó 23 días. En áreas con prolongadas estaciones de crecimiento es posible que ocurran 7 u 8 generaciones en una sola estación. El promedio de esas generaciones en la mayoría de las áreas productoras de algodón de los Estados Unidos de Norteamérica es de 4 ó 5, si no se efectúa la represión por medio del cultivo adoptando medidas tales como el acortamiento de la estación por medio de un período obligatorio de siembra y la destrucción de los tallos para evitar la procreación de los insectos.

El gusano rosado de la cápsula afecta los rendimientos del algodón en varias formas. Cuando ocurren graves infestaciones las brácteas y las pequeñas cápsulas que quedan dañadas pueden caerse sin dejar ninguna evidencia visible en la planta misma de esa reducción del rendimiento. El alimento preferido de las larvas es la pepita de la semilla, y generalmente las pequeñas larvas, al penetrar a la cápsula, caminan una corta distancia inmediatamente debajo de la superficie interna de la cubierta, dejando un sendero típico al que comúnmente se le llama mina. Pronto abandona la cubierta de las cápsulas y penetra a través de la fibra sin madurar hasta una semilla, de la que devora su interior. El pequeño gusano sigue después a la semilla más próxima, dañando la fibra a su paso por ella. Muchas larvas se alimentan abundantemente y devoran todas las semillas de un rizo o celda de la cápsula antes de que lleguen a la madurez.

Si sólo de uno a tres gusanos rosados se alimentan en una cápsula hasta llegar a la madurez, pueden escapar sin daño varios de los rizos de la cápsula y otros pueden sufrir daños parciales, pero pueden todavía cosecharse. En las infestaciones graves toda la cápsula puede quedar tan dañada que los recolectores la dejan en la planta. Esos daños se reconocen con facilidad, pero se recolectan los rizos dañados parcialmente, disminuyendo el grado y calidad de la fibra debido a las manchas y a las fibras cortadas que los gusanos dejan a su paso conforme se mueven de una semilla a otra. Hay que tener en cuenta también la pérdida del contenido de aceite de la semilla producida en cápsulas gravemente infestadas, ya que las semillas huecas no contienen aceite. Naturalmente, en casos extremos de infestación las pérdidas mayores se deben a la disminución de los rendimientos de algodón cosechable. Aunque el gusano rosado puede arruinar por completo una cápsula, el daño es más preciso que el que causan otros insectos tales como el picudo de la cápsula. Al pasar de un rizo a otro la larva generalmente perfora un agujero redondo en los compartimientos divisorios y esos agujeros se reconocen fácilmente como debidos al gusano rosado de la cápsula.

Después de que se encontró la primera infestación del gusano rosado en Texas en 1917, se estableció en 1918, 1919 y 1920, a corta distancia del área que se sabía infestada, una zona en la que no podía cultivarse algodón, y se fijó otra área reglamentada de mayor tamaño alrededor de la zona no algodonera. Se declaró toda la zona libre de infestación y se abandonaron todos los controles después de una inspección efectuada en 1923.

A fines de 1917 se encontraron infestaciones en otros condados de Texas, Galveston, Fort Bend, Brazoria, Harris, Chambers, Liberty, Hardin, Jefferson, Newton, Jasper y Orange, en los que no era abundante la producción de algodón. Se organizaron zonas no algodoneras, programas de limpieza de los campos y medidas de reglamentación en un esfuerzo para extirpar la plaga, habiendo

resultado negativas las inspecciones efectuadas desde 1921 hasta 1926, abandonándose de nuevo todas las restricciones en 1927. En 1943 ocurrió nuevamente la reinfestación en los condados de Liberty, Chambers y otros adyacentes, pero se extirpó mediante el establecimiento de una pequeña zona no algodonera y de una área reglamentada más extensa. Nuevamente se abandonaron las cuarentenas en esa área en 1947 y volvieron a infestarse en 1950 los condados de Brazoria, Chambers, Fort Bend y Liberty y el de Harris en 1951.

Se encontró el gusano rosado en varias parroquias del suroeste de Louisiana en febrero de 1920, pero se extirpó mediante el establecimiento de zonas no algodoneras y de una área reglamentada. La inspección efectuada en 1924 no encontró infestación y se abandonaron todas las restricciones.

De nuevo ocurrió una reinfestación en esa área en 1943, pero fue eliminada y se abandonaron las cuarentenas en la misma después de la inspección de la cosecha de 1946. Desgraciadamente, la enorme propagación del gusano rosado de la cápsula durante la estación de cosecha de 1950 alcanzó por tercera vez al suroeste de Louisiana, iniciándose de nuevo enérgicas medidas de represión.

En el otoño de 1920 se infestó el área de Shreveport en Louisiana, debido a los envíos de semilla del suroeste del Estado antes de que se descubriera allá la infestación, eliminándose por medio de una zona no algodonera y de medidas de reglamentación y limpieza. Se abandonaron todas las restricciones después de una inspección negativa en 1925.

En 1921 se encontraron infestaciones en los condados de Ellis y Grayson en Texas, como resultado de los envíos de semilla de algodón de Carlsbad, New Mexico, antes de que se descubriera la infestación, habiéndose empleado la limpieza de los campos, y la creación de zonas no algodoneras y reglamentadas, para eliminarla. Se abandonó la cuarentena en 1926.

Se encontró una infestación en el valle del Río Salado, en Arizona, cerca de Gilbert, en el condado de Maricopa, en octubre de 1929. Más tarde, durante la estación, se encontró una infestación en un campo de algodón en el condado de Pinal, estableciéndose en Arizona una de las mayores áreas no algodoneras para ayudar a eliminarla, quedando bajo reglamentación todo el valle del Río Salado. Después de varios años de inspecciones negativas se abandonaron las cuarentenas en 1934. La infestación volvió a aparecer a fines del otoño de 1938 y en 1947: después de un considerable aumento de la plaga en una área limitada durante 1946, se inauguró un enérgico programa de represión que comprendía la limpieza de los campos y las abundantes y frecuentes aplicaciones de insecticida, ocurriendo inspecciones negativas durante las estaciones de cosecha de 1947, 1948 y 1949 y abandonándose por segunda vez la cuarentena el 10 de enero de 1950.

En 1951 las inspecciones resultaron negativas en Arizona, con excepción de los condados de Cochise, Greenlee y Graham, lo que hizo que se abandonaran las cuarentenas en los condados de Pima y Santa Cruz, también de Arizona, a principios de 1952.

En 1932-33 se descubrió una infestación en el norte de Florida y sur de Georgia, que se originó en las mariposas que se propagaban de los algodones silvestres extensamente infestados que crecían en el extremo sur de ese Estado. Los trabajos de represión en el algodón silvestre del sur de Florida disminuyeron considerablemente la infestación, eliminándose después por medio de la limpieza de los campos, de la temprana madurez de las cosechas y otras medidas de reglamentación que incluían el calentamiento de la semilla al descascararla, no habiendo vuelto a ocurrir ningún brote en el norte de Florida y sur de Georgia desde que se abandonó la cuarentena en esas áreas en 1936.

Se emplean tres métodos principales de inspección para descubrir la

presencia del gusano rosado de la cápsula, la inspección de las flores del algodón, de las cápsulas y del desperdicio de las descascaradoras.

Durante la primera parte de la estación de crecimiento del algodón no existen cápsulas a las que puedan penetrar los gusanos rosados para alimentarse en ellas, y las mariposas que se producen de las larvas que sobrevivieron al invierno a menudo depositan sus huevos en las brácteas a medio crecer o en los botones florales. Las larvas que se incuban de esos huevos penetran a las brácteas y llegan a la madurez aproximadamente cuando se abren las flores. Para protegerse del calor del sol y de los insectos de presa las larvas sellan los extremos de los pétalos uniéndolos unos a otros con una telaraña muy fina, lo que da a esas flores un aspecto de roseta. El inspector que examina un campo de algodón en esa etapa de desarrollo puede descubrir fácilmente las flores anormales en las plantas. Este método de inspección se emplea solamente en áreas que ya se sabe que están infestadas, para determinar la que se ha producido a consecuencia de las infestaciones del año anterior.

Las cápsulas verdes del algodón se inspeccionan haciendo un corte longitudinal en medio de las suturas o divisiones de los rizos y retirando la cubierta o cáscara de la cápsula sin tocar el contenido de los rizos. Si no se encuentran larvas o evidencia de daños causados por los insectos en la superficie de los rizos de algodón en desarrollo, se examina la superficie interna de la cáscara para descubrir las minas características que dejan las larvas tiernas al penetrar a la cápsula. Si se encuentra una mina, generalmente se encuentra una pequeña larva en la parte correspondiente del rizo de algodón en desarrollo. En las cápsulas verdes casi maduras puede descubrirse a menudo la presencia del gusano rosado buscando los agujeros de salida en las paredes de la cápsula. Esos agujeros lisos y redondos tienen un diámetro aproximado al de la mina de un lápiz ordinario.

Después de que las heladas han detenido el crecimiento del algodón se examinan las cápsulas maduras abiertas para destruir los agujeros de salida y los de los compartimientos, la decoloración de la fibra y otras evidencias de daños causados por los insectos. Si se encuentra esa evidencia se abren las semillas de algodón con una navaja, pudiendo encontrarse dentro de ellas los gusanos rosados. Las inspecciones de la cápsula se emplean generalmente para determinar la población por acre de los gusanos rosados y puede emplearse también para determinar la presencia o ausencia de los insectos cuando las superficies sembradas de algodón son pequeñas o están aisladas y no hay descascaradoras.

La inspección de los desperdicios de las descascaradoras constituye el método más rápido y eficaz. Cuando la semilla de algodón llega a las plantas descascaradoras, pasa primeramente por los limpiadores para quitarle la suciedad, tierra y partículas de hojas. Muchos de los gusanos rosados que se encuentran dentro de las semillas de los rizos del algodón se sacuden durante el proceso y son arrastrados con el desperdicio. Se recogen muestras de ese desperdicio de un gran número de descascaradoras en una área sujeta a inspección, se llevan a una localidad central y se ponen en una máquina especial de inspección diseñada por el Departamento de Agricultura, que emplea dos tambores de malla de alambre y succión de aire para eliminar casi el 90% de la suciedad y partículas de hojas, separándose las larvas del gusano rosado y otros insectos.

La inspección de cantidades limitadas de los desperdicios de las descascaradoras se efectúa cada año en las áreas reglamentadas para precisar la situación de la infestación. Se hacen inspecciones más extensas en las áreas no reglamentadas de los Estados afectados y en los demás Estados productores de algodón para descubrir rápidamente las infestaciones incipientes.

La cuarentena federal tiene como fin principal el evitar la propagación del gusano rosado a través de los linderos estatales, siendo también de importancia la supresión de las infestaciones y la prevención de su propagación dentro de cada Estado, por lo que la cuarentena estatal es un necesario complemento de la federal. Las cuarentenas reglamentan el movimiento del algodón y de sus productos que puedan propagar y albergar las infestaciones, quedando absolutamente prohibido el envío de algunos productos, especialmente los desperdicios de las descascaradoras y las plantas de algodón completas. Las semillas de algodón sólo pueden enviarse a las áreas reglamentadas adyacentes o a determinadas descascaradoras para su tratamiento. Deben tratarse la semilla de algodón y la fibra bajo la supervisión de un inspector a fin de destruir todos los gusanos rosados, y después de ello los productos pueden enviarse bajo certificado desde las áreas reglamentadas a las libres.

La clase de tratamiento requerido varía con el grado de infestación que existe en el punto de origen de los productos.

El método principal de tratamiento de la semilla de algodón para la represión del gusano rosado consiste en calentarla a 150° F. por 30 segundos o más, lo que no daña la semilla destinada a la siembra. Cuando la semilla se maneja en forma adecuada después de calentarla, no se causa daño al aceite o a los productos fabricados con el mismo. Otro tratamiento consiste en fumigaciones con bromuro de metilo a presión atmosférica, y un tercer método consiste en fumigaciones con gas del ácido hidrociánico hechas al vacío. El tratamiento con calor es el único que puede emplearse como parte de la operación de descascarado continuo.

Los métodos aprobados para el tratamiento de la fibra del algodón incluyen el pasarla entre rodillos de acero ajustados para aplastar los gusanos rosados que se encuentran en ella a medida que pasa en una delgada capa desde las descascaradoras hasta las prensas, la fumigación del algodón embalado con gas del ácido hidrociánico al vacío y la compresión normal o de alta densidad del mismo.

Es indispensable la salubridad en las descascaradoras, molinos de aceite y otros lugares donde se almacenan el algodón sin tratar y sus productos. Las descascaradoras tienen que destruir el desperdicio, las cáscaras de algodón y demás material de desecho que se separa de la semilla o que queda en las descascaradoras. En muchas de ellas se quema el desperdicio, las cáscaras y los desechos en incineradores especiales y otras transportan ese desperdicio a lugares especiales, en donde se quema, haciéndose responsables de su completa destrucción. Algunas descascaradoras tienen equipos especiales para tratar con vapor las cáscaras a fin de que puedan usarse como alimento de animales o fertilizantes, y una de las fases importantes de las obligaciones de los inspectores es cerciorarse de que el material de desperdicio no se mezcle con los productos tratados antes de su venta.

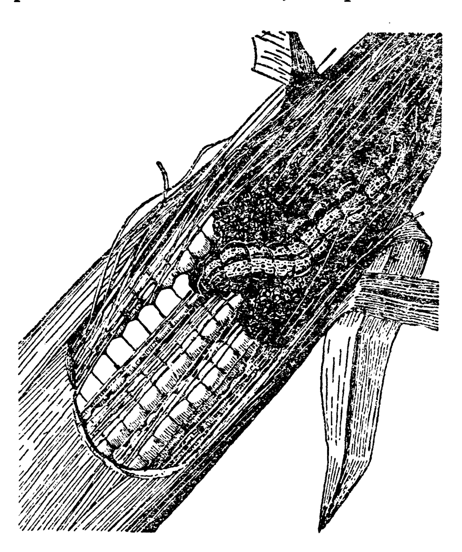
Las plantas de algodón crecen y producen brácteas, flores y cápsulas aproximadamente de 8 a 10 meses durante el año en las áreas de Arizona, del sur de Louisiana, del sur de Texas y del noreste de México. A menudo en la parte baja del valle del Río Grande en Texas y en las áreas cercanas de México las plantas de algodón sobreviven todo el año, y si no se destruyen, proporcionan alimento para los gusanos rosados y otros insectos, siendo indispensable, por tanto, que en esas condiciones se necesiten períodos libres de plantas huéspedes como medida de represión.

El procedimiento que se ha adoptado en la parte baja del valle del Río Grande es más o menos el siguiente: los cultivadores trabajan bajo permisos individuales que los autorizan a sembrar algodón durante cierto tiempo, con la estipulación adicional de que las plantas de algodón deben destruirse durante la noche del 31 de agosto en forma tal que se evite su crecimiento subsecuente. Se

exige de los cultivadores o dueños de tierras que conserven sus campos totalmente libres de plantas de algodón durante el período de exención de huéspedes que comienza el 1º de septiembre y termina al tiempo de la siembra a fines de enero o principios de febrero del siguiente año. Esto requiere a menudo que la tierra se are tres o cuatro veces para destruir los retoños que se producen de los rizos de la semilla de algodón o de plantas que brotan de las raíces viejas de la cosecha anterior. La reglamentación del Estado de Texas exige también que las descascaradoras de la parte baja del valle del Río Grande cobren 10 dólares a los cultivadores por cada bala de algodón tratada. Esos fondos se conservan en depósito y se devuelven al cultivador al verificar que cumpla con los requisitos de destrucción de los tallos. Si algún cultivador no conserva su campo libre de huéspedes durante el período fijado, el Estado está autorizado para emplear los fondos depositados para llevar a cabo ese trabajo.

La represión por medio de insecticidas del gusano rosado de la cápsula no tuvo éxito en escala de campo hasta el desarrollo del DDT. Es probable que la represión por medio del insecticida constituya un valioso suplemento a la represión por medios de cultivo que comprenden la siembra del algodón durante un corto período de tiempo empleando variedades que maduran rápidamente y destruyendo los tallos tempranos para obtener un período libre de huéspedes. Las pruebas de campo en gran escala empleando el DDT en cantidades adecuadas a intervalos semanales durante el período en que la cosecha es susceptible a los ataques del gusano rosado, han logrado una represión hasta de 65 ó 70%.

El descubrimiento de graves infestaciones en los algodones silvestres y en los algodones de ornato o domésticos en el sur de Florida llevó a efectuar un programa de extirpación de todas esas plantas de algodón en ese Estado, y desde su iniciación en 1932 hasta junio de 1947 las infestaciones disminuyeron de un 40% en muchas áreas a menos de 0.1%. A principios de ese período la migración de los gusanos rosados de los algodones silvestres a los cultivados en el norte de Florida y sur de Georgia se detuvo por completo, acabándose la infestación incipiente en las dos áreas, lo que dio lugar a que se levantaran las cuarentenas.



Gusano de la mazorca del maíz en una mazorca.

No hubo aportación de fondos federales desde el 1º de julio de 1947 hasta el 31 de junio de 1949, y durante ese tiempo fructificaron las plantas de algodón silvestre aunque en mucho menor número, perdiéndose así gran parte de los beneficios de los trabajos de extirpación. La falta de un período libre de huéspedes hizo que se produjeran 7 u 8 generaciones de gusanos rosados cada año, y la infestación comenzó a aumentar rápidamente en algunos lugares. El trabajo se inició de nuevo en julio de 1949, a tiempo de evitar una nueva propagación de los algodones silvestres a los cultivados, resultando negativas las inspecciones efectuadas en el norte de Florida y sur de Georgia en 1949, 1950 y 1951.

El propósito del programa es la total extirpación de todas las plantas de algodón en el sur de Florida, y mientras

tanto la infestación se ha conservado a niveles muy bajos para evitar la propagación natural. Se inspeccionan las diferentes áreas de 2 a 4 veces durante el período comprendido entre fines de septiembre y mayo, cuando las condiciones de clima permiten los trabajos en los pantanos selváticos, destruyéndose entonces las plantas de algodón que se encuentran. El procedimiento establece un período libre de huéspedes que es muy eficaz para reprimir las infestaciones. La presencia de una sola planta en el denso crecimiento vegetal puede hacer que persista la infestación del gusano rosado de un año a otro.

La experiencia de años anteriores indica que la infestación podría aumentar en forma suficiente en 4 ó 5 años, en ausencia de un enérgico programa de represión para hacer que el gusano rosado se propagara una vez más a los algodones cultivados en el norte de Florida y sur de Georgia.

La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, por medio de su organización para la represión del gusano rosado, coopera estrechamente con el Gobierno Mexicano. Los Estados Unidos de Norteamérica están principalmente interesados en evitar la propagación a grandes distancias en las áreas no infestadas de nuestro país, y a fin de poder lograrlo, la infestación en México, especialmente en las áreas fronterizas, debe conservarse a un nivel muy bajo. La cooperación consiste principalmente en ayuda técnica a los funcionarios del Departamento de Agricultura de México. Los comités regionales agrícolas, las organizaciones de agricultores y los bancos participan también en ese trabajo. El programa de represión en México es muy semejante al de los Estados Unidos de Norteamérica. Se establecen anualmente fechas para la destrucción de los tallos en la parte baja del valle del Río Grande y en los territorios mexicanos adyacentes, después de que se efectúan conferencias entre los funcionarios de ambos Gobiernos.

Los requisitos de reglamentación en los dos países son semejantes, incrementándose la similaridad de las necesidades y resultados. Se ha desarrollado un programa que combina la salubridad en los procedimientos de descascarado y otros, el tratamiento de la semilla de algodón, las prácticas de cultivo y las aplicaciones de insecticidas, y se han logrado mayores rendimientos de algodón por acre.

El enorme aumento de los campos de algodón en la región de Matamoros adyacente a la parte baja del valle del Río Grande hace necesaria la continuación del programa cooperativo, ya que de otro modo se nulificaría gran parte del trabajo efectuado a lo largo de la frontera de los Estados Unidos de Norteamérica, porque esas áreas forman en la actualidad una región continua cuya cosecha principal es el algodón. El gusano rosado no sabe lo que significa una frontera internacional.

L. F. Curl, *hasta hace poco jefe de la división de la represión del gusano rosado, es ahora director regional de varios programas de represión de insectos de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en el Suroeste, y también de México. Es nativo de Arkansas y se graduó en el Colegio del Estado de Mississippi.*

R. W. White *está encargado del proyecto de represión del gusano rosado, en el que comenzó a trabajar desde 1920. Es nativo de Texas y se graduó en la Universidad de Cornell.*

El gusano de la cápsula del algodón

K. P. Ewing

DESDE 1796 se ha conocido el gusano de la cápsula del algodón como una plaga destructora y extensamente distribuida. A diferencia del picudo y del gusano de la hoja del algodón que atacan solamente a esta planta, se alimenta en muchas plantas cultivadas y silvestres, maíz, sorgos de grano, tomates, chícharos, alfalfa, lespedeza, judías, frijoles soya, lino, cacahuates y otras cosechas comerciales. Tiene varios nombres comunes: en el algodón se le llama gusano de la cápsula, en el maíz gusano de la mazorca y en el tomate gusano del fruto.

Su ciclo vital comprende cuatro etapas: huevo, larva, crisálida y adulto.

Los huevos son blancos, estriados, en forma de cúpula y del tamaño aproximado de la mitad de una cabeza de alfiler. Se ponen de uno en uno y en su mayoría en los brotes de crecimiento tiernos de las plantas suculentas de algodón. Se depositan a veces en las brácteas, cápsulas y tallos y en tiempo caliente incuban en 3 días. Generalmente una hembra pone alrededor de 1,000 huevos.

La larva constituye la etapa destructora. Después de que se incuba el huevo, la larva tierna se alimenta del crecimiento tierno más cercano durante un día o dos y luego se mueve hacia el centro o parte inferior de la planta, devorando las brácteas y haciendo túneles y devorando el contenido de las cápsulas. En coloración y marcas, la larva varía del verde pálido pasando por el rosa y el café hasta un color casi negro.

El gusano completamente desarrollado, que tiene un largo aproximado de una y media pulgadas, penetra a la tierra para convertirse en crisálida e inverna en esa etapa. Las mariposas emergen en primavera durante un período de un mes o dos y su número en cualquier tiempo depende de la localidad, temperatura y precipitación pluvial. El adulto es una mariposa amarillenta o café con una extensión de alas aproximadamente de una y media pulgadas. Las mariposas de la primera generación depositan sus huevos en plantas huéspedes tales como los tréboles, alfalfa, campanillas azules, chícharos de invierno y maíz tierno. La segunda generación generalmente emerge a tiempo para infestar las mazorcas del maíz, y la tercera y las que le siguen son las que comúnmente atacan al algodón y a menudo se extienden una en otra.

EL GUSANO DE LA CÁPSULA ES PERJUDICIAL en Texas, Oklahoma, Louisiana, Arkansas y Mississippi, y a veces reduce los rendimientos en todos los Estados algodoneros. Es difícil de reprimir porque hay gran dificultad para matar los insectos después de que penetran a las cápsulas, y si no se aplican medidas de represión cuando las larvas son pequeñas, generalmente pueden esperarse daños considerables aun cuando se empleen insecticidas. A menudo no se descubre la presencia de una grave infestación del gusano de la cápsula sino hasta que es demasiado tarde para obtener la máxima represión con el empleo de insecticidas, lo que hace que muchos cultivadores teman al gusano de la cápsula más que a cualquiera otra plaga del algodón.

Por lo menos otros dos ejemplares de insectos, el gusano de los brotes del tabaco y el gusano de ejército de rayas amarillas, causan a menudo daños

al algodón, que se asemejan a los producidos por el gusano de la cápsula y con frecuencia se confunden con ellos. Algunas de las fallas de los insecticidas que se recomiendan para reprimir el gusano de la cápsula pueden deberse a la identidad equivocada del insecto contra el cual se emplearon.

FRECUENTEMENTE LOS ENEMIGOS NATURALES SON DE IMPORTANCIA en su represión o en la disminución de los daños que causa. Un numeroso depósito de huevos o incubación de larvas tiernas no producen a veces graves infestaciones debido a la acción de los insectos parásitos y de presa. Entre los insectos de presa más importantes se cuenta al *Orius insidiosus* y varias especies de Cochinélidos y Crisópidos.

Los experimentos de laboratorio efectuados en 1941 permitieron comprobar que 12 especies de insectos de presa que se encuentran comúnmente en el algodón no tienen dificultad para alimentarse y sobrevivir en los huevos del gusano de la cápsula. Las poblaciones de insectos benéficos varían de un campo a otro y de una estación a otra y, por tanto, no se puede depender de ellas para reprimir el desarrollo de las infestaciones del gusano de la cápsula.

Los insecticidas que se emplean contra los insectos del algodón matan también los insectos benéficos que atacan al gusano de la cápsula y su uso inmediatamente antes del período en que el gusano de la cápsula aparece comúnmente causa a menudo un aumento en esas infestaciones, a menos de que se vuelvan a emplear insecticidas más tarde. En Texas se están generalizando las aplicaciones de insecticidas a principios de estación para la represión de los insectos del algodón y se recomienda que siempre que sea posible la última de ellas se aplique de manera que se emplee por lo menos un mes antes de que ocurran las infestaciones regulares del gusano de la cápsula. Si no se emplean insecticidas en el algodón durante este período se dará oportunidad de que se establezcan los insectos benéficos de manera que puedan ejercer cierta represión del gusano de la cápsula cuando aparezca éste.

Las prácticas de cultivo que se pueden emplear contra el gusano de la cápsula son el arado profundo en otoño o invierno, la siembra temprana o el empleo de variedades de algodón que maduran temprano, así como una cuidadosa preparación y cultivo de la tierra para apresurar la madurez de la cosecha. Se ha sugerido el empleo de cosechas de relleno, especialmente de maíz, para evitar las infestaciones del algodón, pero en la práctica no tiene mucho éxito, debido en parte a que los agricultores no gustan de destruir las cosechas lo suficientemente temprano para evitar que los gusanos lleguen a la madurez.

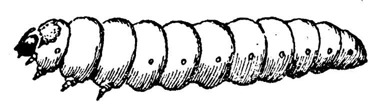
Las infestaciones graves no ocurren todos los años, pero en algunas áreas, tales como el centro de Texas, generalmente ocurren infestaciones anuales en grado variable. Sus causas son complejas y, por tanto, esas infestaciones son difíciles de predecir. La mayoría de las localidades tiene un período bastante bien definido durante el cual ocurren infestaciones normalmente, lo que hace necesario que los cultivadores inspeccionen su algodón varias veces a la semana inmediatamente antes de ese período, hasta que la cosecha se madura, debiendo emplear insecticidas cuando se encuentran huevos del gusano de la cápsula y 4 ó 5 larvas pequeñas por cada 100 brotes terminales. Los insecticidas deben aplicarse a intervalos de 4 á 5 días



Picudo de las legumbres

hasta que se hayan controlado las infestaciones, siendo de gran importancia su oportunidad así como la adecuada cobertura de las plantas. Los gusanos se matan fácilmente cuando están incubando.

Durante muchos años se emplearon el verde de paris y los arseniatos de calcio y de plomo. Se emplearon también en forma limitada la criolita y el arseniato de cobre básico. El arseniato de calcio fue bastante eficaz cuando se aplicó en fuertes dosis durante el período de incubación de los gusanos, pero no demostró ser muy eficaz contra las graves infestaciones de gusanos de tamaño mediano o grande, y cuando después de su empleo ocurrieron grandes poblaciones de áfidos, a menudo aumentaron las infestaciones del gusano de la cápsula disminuyéndose los rendimientos.



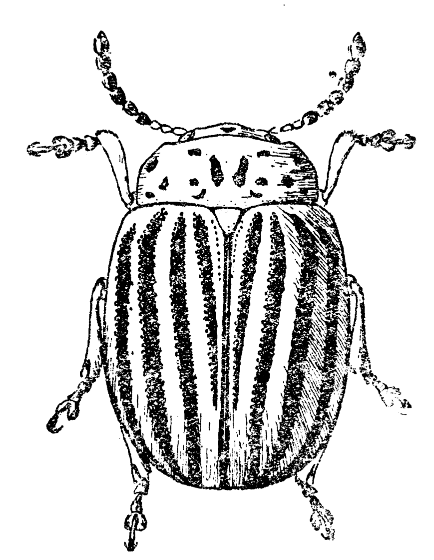
Perforador de los sarmientos de la calabaza.

El DDT es la sustancia más eficaz hasta la fecha que se haya empleado contra el gusano de la cápsula. Sin embargo, el DDT no reprime el picudo, el gusano de la hoja ni el áfido del algodón, y como a menudo ocurren uno o más de ellos en cantidades perjudiciales al mismo tiempo que el gusano de la cápsula, es de desearse un insecticida que mate dos o más de los insectos a un mismo tiempo.

En 1946 se desarrolló una mezcla de polvos contra los insectos del algodón compuesta de 3% del isómero gama del hexacloruro de benzol, 5% de DDT y 40% de azufre, a la que comúnmente se le llama 3-5-40, y que es uno de los mejores insecticidas para todo fin que puedan emplearse contra los insectos del algodón.

Otra combinación de esos insecticidas, una mezcla conteniendo 2% del isómero gama del hexacloruro de benzol, 10% de DDT y 40% de azufre (2-10-40), ha dado una excelente represión de varias plagas y se la prefiere en fuertes dosis de 15 a 20 libras por acre contra graves infestaciones de gusanos de la cápsula de tamaño mediano o grande.

El toxafeno reprime el gusano de la cápsula, el picudo, el gusano de la hoja, el saltón del algodón, el gusano de ejército de otoño, las lombrices cortas, los succionadores y los áfidos del algodón. No se recomienda como destructor total contra los áfidos, pero cuando se emplea con regularidad evitará su incremento. Se usa en forma de polvo en una mezcla que contenga 20% de toxafeno, un diluyente inerte y 40% de azufre, que se aplica en proporción de 10 a 15 libras por acre, dependiendo de la gravedad de la infestación.



Coleóptero de Colorado de la papa.

Otros hidrocarbones clorinados, tales como el clordano, aldrina y heptaclor, que son eficaces contra el picudo, no producen ningún efecto contra el gusano de la cápsula, y si se emplean solos en aquellos casos en que los gusanos de la cápsula constituyan un problema, pueden producir un aumento en las infestaciones del mismo, por lo que deben emplearse en esas áreas con mezclas que contengan DDT.

La dieldrina no causa ningún efecto contra el gusano de la cápsula en dosis

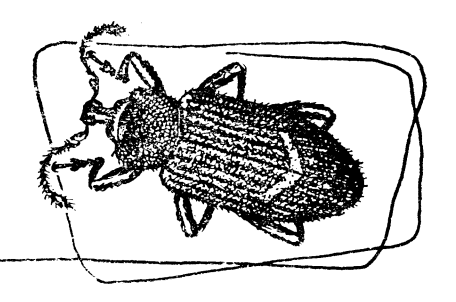
que son fatales para los picudos (0.15 a 0.25 libras por acre). Es eficaz a dosis mayores de 0.5 libras por acre, pero para disminuir los costos cuando ocurren simultáneamente el picudo y el gusano de la cápsula debe añadirse DDT y emplearse las dosis más bajas del picudo.

En experimentos que efectuamos en 1945 encontramos que el DDT en emulsiones de xileno aplicado en proporciones de 0.8 y 1.6 libras de DDT por acre con un volumen total de 3 galones por acre en cada aplicación, da una represión satisfactoria de los gusanos de la cápsula, pero como en aquel tiempo no se había desarrollado ninguna sustancia eficaz para emplearse en rocíos contra el picudo, el descubrimiento no se consideró de gran importancia. En aquel entonces los cultivadores todavía necesitaban equipo de fumigación para la represión del picudo con polvos y el DDT podría aplicarse en forma de polvo para la represión del gusano de la cápsula empleando el mismo equipo.

Con el desarrollo del toxafeno contra los picudos se hicieron mayores esfuerzos para desarrollar las aplicaciones de rocío contra todos los insectos del algodón, y los trabajos experimentales efectuados en 1948 y 1949 descubrieron emulsiones de rocíos para este objeto, que se han vuelto de uso común en muchas granjas algodoneras. Las emulsiones se aplican en forma de rocíos de bajo volumen por medio de máquinas rociadoras de superficie y desde aeroplanos. El DDT aplicado en forma de emulsión da tan buena o mejor represión del gusano de la cápsula que si se aplicara la misma cantidad en forma de polvo, y se ha popularizado su empleo en mezclas de rocíos con otros insecticidas que reprimen los picudos y otros insectos. Los rocíos pueden aplicarse en condiciones de clima en las que las aplicaciones de sustancias en polvo serían imposibles.

K. P. Ewing *es entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en el Colegio Agrícola y Mecánico de Mississippi y ha trabajado con la Oficina desde 1920. En 1933 quedó encargado de un nuevo laboratorio en la división de investigaciones sobre los insectos del algodón en Port Lavaca, Texas, y en 1923 se le nombró jefe del nuevo laboratorio de la división en Waco, Texas. El laboratorio recibió en 1949 la Recompensa por Servicio Extraordinario del Departamento de Agricultura.*

Los insectos y las legumbres



El psílido de la papa

L. R. Wallis

EL AMARILLAMIENTO DEL PSÍLIDO, una enfermedad de la papa y del tomate, se debe a una sustancia que inyectan en las plantas las crisálidas del psílido de la papa *(Paratrioza cockerelli)* cuando se alimenta. Si no se reprime, la enfermedad destruirá totalmente las cosechas en los años en que abundan los psílidos. El psílido es nativo de los Estados del Oeste y al principio subsistía en las plantas silvestres de la familia de las nocturnas, pero poco tiempo después de que comenzaron a cultivarse en el Oeste las papas y los tomates, el psílido de la papa se adaptó a esas cosechas y se convirtió en una plaga de importancia económica.

El psílido de la papa no daña todos los años las cosechas, aunque a veces causa la total destrucción de ellas. En otros años los psílidos son tan pocos que es difícil encontrarlos, con excepción de las localidades altas, en donde el clima más frío favorece su desarrollo. En 1911 y 1912, la reducción de la cosecha de papas en Colorado, de 95 *bushels* por acre a sólo 35, se debió a los ataques del psílido de la papa. En años anteriores se creyó que los daños causados a los tomates se debían a la alimentación directa de los psílidos y no a la enfermedad que transmiten, habiendo ocurrido otras epidemias de amarillamiento del psílido en 1927-28, 1929-33, 1938-39 y 1949, con diversos grados de daños en los años intermedios. Las papas sufren daños considerables en los años de infestaciones ligeras, aun cuando los síntomas de la enfermedad o los efectos directos de la alimentación de los insectos no son fácilmente apreciables.

Los daños causados a las papas por el amarillamiento del psílido causan un crecimiento excesivo de las raíces, la producción de un gran número de pequeños tubérculos y una disminución de su calidad, y si la infección es seria todos los tubérculos resultan de tamaño menor que el comercial, no pudiendo almacenarse porque decrece su período de reposo y comienzan a germinar más pronto, germinando aún en la tierra antes de la recolección.

Los primeros síntomas visibles de infección en la parte de la planta que se encuentra sobre la tierra consisten en un enrollamiento hacia arriba de la base de las hojas más tiernas, cercanas al extremo superior de la planta. A medida que progresa la enfermedad, la mayoría de las hojuelas se vuelven ligeramente amarillas, volviéndose de color púrpura la orilla de las hojas enrolladas. Por último, las hojas se vuelven correosas, la planta sufre de raquitismo, se vuelve de color café y muere. Si la infestación es ligera las plantas no muestran síntomas de la enfermedad, pero los tubérculos son notablemente menores en tamaño y rendimiento y muestran malas características de almacenamiento.

Los daños al tomate consisten en una disminución del rendimiento y calidad de los frutos. Las plantas tiernas infectadas pueden dejar de producir frutos o producir sólo unos cuantos frutos pequeños, amarillentos, ásperos y correosos, con escaso contenido de jugo.

Los síntomas en las plantas de tomate consisten en un engruesamiento y enrollamiento hacia arriba de las hojas más viejas, pudiendo notarse cierto color púrpura en las venas. Las hojas son de un color verde más pálido que el normal y las hojas nuevas de los extremos de las ramas son de tamaño mucho más pequeño y dan el aspecto de una planta escasamente foliada y raquítica.

El psílido de la papa ocurre en toda el área continental al oeste del meridiano 100, con excepción de Washington, Oregón y la mayor parte de Idaho. Ha ocurrido al este de esa área en la parte baja del valle del Río Grande en Texas en pequeñas cantidades y en el este de Nebraska y de North Dakota en cantidades suficientes para causar ligeros daños en algunos años en que han ocurrido brotes.

Los daños mayores ocurren en Colorado, sur de Wyoming, oeste de Nebraska, sureste de Montana y Utah, especialmente en las áreas más altas, donde las temperaturas medias de verano son menores de 70° F. A niveles más bajos, las temperaturas en julio son generalmente superiores a 70°, retrasándose el desarrollo de las infestaciones de psílidos. El insecto puede causar daños considerables a las cosechas tempranas de primavera en Texas, New Mexico y Arizona.

El psílido adulto o progenitor es un insecto pequeño y delicado, y cuando ha alcanzado su desarrollo total, tiene un largo aproximado de un décimo de pulgada. Las alas transparentes quedan replegadas en reposo en una posición semejante a un techo sobre el cuerpo del insecto. El adulto de emergencia reciente es de color verde, pero después de 2 ó 3 días se vuelve negro, dándole las marcas blancas un aspecto grisáceo. Tiene dos marcas blancas, una ancha y transversal en el primer segmento abdominal y otra en forma de V invertida en el último segmento abdominal. Las patas traseras son muy fuertes y lo ayudan a despegar rápidamente en vuelo o a brincar, lo que le da el nombre común de piojo saltón de las plantas. Puede efectuarse el acoplamiento unas cuantas horas después de la emergencia y los huevos comienzan a depositarse aproximadamente en 5 días. La hembra deposita los huevos principalmente en las orillas o bajo los lados de las hojas en las partes sombreadas de las plantas. La postura de huevos ocurre en forma más abundante a temperaturas aproximadas de 80°, depositándose muy pocos de ellos a temperaturas de 60° ó 100°. Cada hembra pone aproximadamente 300 huevos durante su ciclo vital, en proporción aproximada de 15 diarios.

Los huevos ovalados de color amarillo brillante tienen un largo aproximado de un treintaidosavo de pulgada. Un extremo de la cubierta del huevo se prolonga en forma de tallo de un largo semejante al del huevo, el cual se fija a la hoja y sostiene el huevo. Los huevos incuban en un período de 4 a 15 días, dependiendo de la temperatura y la crisálida plana, y semejante a una escama tiene una hilera marginal de vellos cortos alrededor del cuerpo, siendo de forma más o menos elíptica, de un centésimo de pulgada de ancho al incubarse y de un vigésimo de pulgada cuando ha alcanzado su tamaño normal. En su desarrollo las crisálidas pasan por cinco etapas, haciéndose cada vez más grandes, siendo de color anaranjado o amarillo pálido en las primeras, pero volviéndose gradualmente de color verde pálido y completando su desarrollo en un período de 12 a 21 días.

Al alimentarse, las crisálidas inyectan en las plantas de papa una sustancia que destruye la relación normal entre el follaje y los tubérculos. Los

tubérculos que se desarrollan en los estolones de las plantas infectadas dejan de crecer normalmente y pronto aparecen retoños cortos en los ojos de los pequeños tubérculos que aún no maduran, pudiendo formarse otros tubérculos pequeños en esos retoños. Si continúa la infección del amarillamiento del psílido puede continuar también el crecimiento anormal hasta producir una cadena de varios tubérculos en cada estolón, ninguno de los cuales alcanzará el tamaño comercial. Los tubérculos cuyo crecimiento se ha detenido por la sequía u otras causas distintas de la enfermedad y que de nuevo reanudan ese crecimiento producen papas llenas de protuberancias, que son completamente diferentes de las que se forman en las plantas infectadas con el amarillamiento del psílido.

La alimentación del psílido de la papa queda casi completamente restringida a las plantas de la familia de las nocturnas, a la que pertenecen la papa y el tomate. Sus plantas huéspedes preferidas son las de ornato que se conocen como farol chino *(Physalis francheti)* y el cardo equino *(Solanum carolinense)*. Se alimentan también en gran número en el cardo de búfalo *(Solanum rostratum)*, diversas especies de cereza silvestre *(Physalis)* y viña matrimonial *(Lycium)*, así como en las papas y en los tomates. Los retoños de papa que crecen de los montones de desperdicios son responsables en gran parte del aumento en primavera de las poblaciones de psílidos en las áreas donde se cultivan papas y tomates. Se han recolectado adultos en los ejemplares de otras especies de plantas, pero sólo se han encontrado unos cuantos huevos y crisálidas en dos especies, la correhüela de campo *(Convolvulos arvensis)* y la batata, lo que indica que el insecto puede adaptarse a esas especias cuando no hay disponibles otras plantas alimenticias.

Debido a una incorrecta identificación del insecto, la gente creyó durante largo tiempo que el psílido de la papa pasaba el invierno en la parte norte de su territorio en los árboles de cedro o algunos otros siempre verdes. Las investigaciones posteriores descubrieron, sin embargo, que el psílido de los siempre verdes que ocurre en invierno en las áreas del Norte es una especie diferente. Las extensas inspecciones efectuadas no han proporcionado pruebas suficientes de que el psílido de la papa inverne en áreas donde ocurren temperaturas bajo cero, pero esas investigaciones han demostrado, sin embargo, que el psílido de la papa pasa el invierno en el sur de Texas, sur de New Mexico y la parte sur de Arizona en condiciones activas, en plantas huéspedes silvestres y especialmente en la viña matrimonial silvestre. El insecto aumenta en número durante la primavera, pero desaparece por completo en junio, en forma que coincide con su movimiento hacia el Norte, y vuelve a su territorio del Sur en octubre o noviembre. En las áreas más templadas que se encuentran más al Norte las plantas silvestres sirven también como fuente de subsistencia para los psílidos que vienen del Sur a principios de la primavera, y a fines de ésta llegan a los campos de papas y tomates.

Los estudios del psílido de la papa en su área de invernada al sur de Texas y sur de New Mexico demostraron que ocurren pequeñas cantidades del insecto en esa área en noviembre y persisten en el territorio limitado aproximadamente por Crystal City, Texas, al Sur; San Angelo, Texas, al Este; Big Spring, Texas, al Norte, y Las Cruces, New Mexico, por el Oeste. Aumenta en cantidad durante fines de otoño y principios de invierno, pero deja de reproducirse temporalmente en enero bajo la influencia de las temperaturas relativamente bajas que prevalecen normalmente en esa área. En invierno, cuando las temperaturas son más altas que las normales, sin embargo, como las que ocurrieron en el invierno de 1949-50, continúa la reproducción durante toda la temporada de invierno, según lo demuestra la abundancia de huevos, crisálidas y adultos durante ese período. En los inviernos con temperaturas más bajas que las normales, como

el invierno de 1950-51, mueren las plantas silvestres en las que se alimentan y ocurre lo mismo con los psílidos, y como resultado de esto no se pudo encontrar ninguno en las papas y tomates en las regiones del Norte en el verano de 1951.

EL MOVIMIENTO DEL PSÍLIDO DE LA PAPA a grandes distancias depende de las corrientes de aire. P. A. Glick, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, ha capturado el psílido a alturas de 4,000 pies y en gran número hasta 2,000 pies. Los vientos que prevalecen durante la mayor parte del año en las llanuras al este de las montañas desde el sur de Texas y sur de New Mexico hasta el norte de Colorado, vienen del Sur. En Wyoming y Nebraska los vientos prevalecientes vienen del Noroeste, y esto puede explicar las poblaciones menos numerosas en el valle de North Platte, en Wyoming y Nebraska. Cuando las corrientes de aire soplan del Sur durante varios días en primavera, se aceleran los movimientos del psílido de la papa en el valle de North Platte, y a la inversa, cuando los psílidos se mueven hacia Colorado y el viento sopla del Noroeste en Wyoming y Nebraska, llegan a esas áreas en pequeñas cantidades. El área productora de papa del norte de Colorado es el centro de las poblaciones de verano, lo que indica que las corrientes desfavorables del viento al norte de ese punto disminuyen grandemente sus movimientos más allá de esa área.

Tres influencias principales gobiernan los brotes en los distritos productores de papa y tomate en el norte de Colorado, Wyoming, Nebraska y Montana: el número de psílidos que emigran a esos distritos a fines de primavera de las áreas productoras del Sur, la dirección y velocidad de las corrientes de los vientos, que pueden ayudar o limitar los movimientos y la distribución de los psílidos que emigran a los distritos cultivados, y las condiciones de temperatura, que pueden favorecer o retrasar la proporción y magnitud de las infestaciones de psílidos en las cosechas de papas y tomates. Probablemente el factor natural más importante es la temperatura. Las poblaciones de psílidos aumentan con más rapidez a temperaturas promedias de 60° a 70° F., y a la inversa, las temperaturas superiores a 70° durante unos cuantos días causan una considerable disminución en su número.

Las cosechas tempranas de papas son susceptibles a graves daños porque la mayor parte de su crecimiento ocurre en primavera y principios del verano, durante el período en que normalmente ocurren las condiciones de temperatura que favorecen el desarrollo normal de los psílidos. Las temperaturas que favorecen las papas, favorecen también el desarrollo de los psílidos, y para cuando ocurren las altas temperaturas de julio, las plantas de las cosechas tempranas de papa que han llegado a su madurez han crecido en forma suficiente para proporcionar mucha sombra que protege los psílidos contra las temperaturas superiores a 70°. Mientras más tarde se siembren las papas en la estación, menores serán los daños que sufran a causa de las infestaciones de psílidos. En áreas de más de 6,000 pies de altura, las temperaturas son lo suficientemente bajas para que las infestaciones de psílidos se desarrollen sin interrupción durante toda la estación de crecimiento.

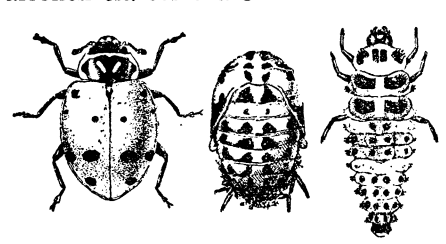
PUEDE OBTENERSE LA REPRESIÓN POR MEDIO de sustancias químicas si se aplican debidamente. Son eficaces un polvo de azufre que contenga 5% de DDT aplicado en proporción de 25 a 35 libras por acre, o 2 libras de DDT al 50% en 100 galones de agua aplicadas como rocío en proporción de 100 a 125 galones por acre. Como las crisálidas habitan la parte inferior de las papas o de los tomates, deben cubrirse completamente esas partes de las plantas con los insecticidas, debiendo dirigirse hacia arriba desde muy cerca de la tierra y a un ángulo de 45° las toberas de los rociadores o pulverizadores, haciéndose aplicaciones a uno y otro lado de las hileras de plantas. En los rociadores puede

dirigirse hacia abajo una tercera tobera, al centro de cada hilera de plantas, necesitándose una presión de 350 libras o más para forzar el rocío dentro del follaje y obtener una completa cobertura de las hojas.

Debe hacerse la primera aplicación cuando las plantas tienen una altura aproximada de 6 pulgadas, a excepción de que en las papas tempranas debe hacerse la primera aplicación cuando las plantas tengan 3 ó 4 pulgadas de altura. En caso de infestaciones ligeras (3 ó 4 psílidos adultos por cada 100 pasadas de una red normal para insectos de 15 pulgadas de diámetro), 2 ó 3 aplicaciones hechas a intervalos de 10 a 14 días serán suficientes para obtener una buena represión. En años de epidemia se necesitan 5 aplicaciones a intervalos de 10 a 14 días, y en aquellos años en que ocurren infestaciones graves será necesario también continuar las aplicaciones de insecticidas después de que los tallos hayan crecido tanto que no dejen espacios abiertos entre las hileras. Esto puede hacerse sin gran daño a las plantas empleando levantadores de tallos en el equipo rociador o pulverizador.

La eliminación de las plantas huéspedes de primavera en las áreas productoras de papas y tomates del Norte puede ayudar grandemente a la represión de los psílidos. Es impracticable tratar de eliminar el *Lycium* silvestre en las áreas de reproducción del Sur, ya que es muy abundante y está muy extendido, pero si se elimina el *Lycium* cultivado en las áreas del Norte productoras de papa, desaparecerá una planta en la que los psílidos tienden a acumularse y reproducirse antes de que se desarrollen las cosechas de papa. La planta puede destruirse fácilmente con un herbicida que contenga 2,4-D, siendo difícil de destruir si se trata de arrancarla, porque pueden nacer nuevas plantas de los restos de raíces que permanezcan en la tierra.

Las papas con brotes en los montes de desecho son también una fuente de reproducción de psílidos de la papa durante la primavera, antes de que se desarrollen esa cosecha o la de tomates. Esas papas germinan temprano y producen un denso crecimiento que protege a los psílidos contra las condiciones desfavorables de clima. Las plantas que se desarrollan de esos brotes mueren en julio debido a la falta de humedad y de alimentos, y entonces los psílidos se ven forzados a emigrar a otros huéspedes y especialmente a las cosechas tempranas de papa. La amenaza que representan esos brotes de papas puede evitarse fácilmente extendiendo los tubérculos desechados al vaciarlos de manera que se formen capas de un solo tubérculo de altura. La destrucción de esos brotes con sustancias químicas o reguladores de crecimiento es demasiado costosa y lenta para que dé resultados en la represión de la reproducción primaveral de los psílidos.



Adulto, crisálida y larva del escarabajo convergente.

La siembra tardía de papas, siempre que sea practicable, evitará que los psílidos causen daños graves. Sólo se han encontrado 30 ó 40% más de adultos de psílidos en las papas plantadas después del 10 de julio en el oeste de Nebraska que en las que se plantaron antes del 20 de mayo.

Los parásitos y los insectos de presa son útiles para obtener un control de los psílidos. Se ha encontrado que en algunas estaciones el parásito himenóptero *Tetrastichus triozae* ataca gran cantidad de crisálidas de psílido, especialmente en el otoño, pero que el aumento de sus poblaciones es demasiado tardío en la estación para que sea eficaz en la represión de los insectos. Se informa que otro parásito himenóptero, el *Metaphycus psyllidis,* es eficaz para el control de los

psílidos en el sur de California. Las larvas y adultos de la cochinilla convergente y otras especies estrechamente relacionadas atacan las crisálidas de los psílidos, y las larvas de algunas especies de *Chrysopa* atacan los psílidos adultos así como las crisálidas. El escarabajo de ojos *Geocoris decoratus,* así como el *Nobis ferus,* atacan también los adultos y crisálidas del psílido.

R. L. WALLIS *es entomólogo de la división de investigaciones sobre las cosechas de mercado y domésticas de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en el Colegio de Agricultura del Estado de Colorado en 1927 y ha formado parte de la Oficina desde 1928. Ha efectuado trabajos sobre la falena en la Nueva Inglaterra, insectos de las judías en New Mexico y Colorado e insectos de las papas en Colorado, Wyoming y Nebraska.*

Los áfidos de la papa

W. A. Shands y B. J. Landis

CUATRO ESPECIES DE ÁFIDOS atacan comúnmente las papas: el áfido del espino, el verde del durazno, el de la papa y el de la digital purpúrea.

Todos atacan las papas en la Nueva Inglaterra, pero sólo el áfido verde del durazno y el de la papa son plagas de las papas en algunas áreas de los Estados occidentales. En la forma sin alas los áfidos generalmente son de color verde o verde amarillento y las formas aladas pueden variar de un color verde salpicado de café al negro total. Se reproducen rápidamente en condiciones favorables y unos cuantos áfidos por planta pueden aumentar a grado tal que cubran las hojas de la planta en unas cuantas semanas.

Las cuatro especies pueden transmitir enfermedades de virus de las papas al alimentarse. Los áfidos alados pueden infectar mayor número de plantas en extensiones más grandes que las formas sin alas. Las mayores propagaciones de algunas de las enfermedades de virus ocurren después de los períodos en que gran número de áfidos vuelan a los campos de papas y entran en ellos a mediados del verano. Las enfermedades más importantes son el tubérculo alargado, el mosaico leve, el mosaico rugoso y la hoja enrollada, que es la peor de ellas, la que en condiciones normales sólo se propaga por medio de los áfidos.

Todas estas enfermedades afectan los rendimientos. Si enferman todas las plantas de un campo, los rendimientos comerciales pueden disminuirse de 20 a 100%. El tubérculo alargado hace que éstos se vuelvan alargados con protuberancias anormales cerca de los ojos. La enfermedad de la hoja enrollada causa un reticulado oscuro interno o necrosis reticulada dentro de la carne de algunas variedades, defecto que disminuye el valor comercial de toda la cosecha aunque sólo ocurra en un pequeño porcentaje de tubérculos.

Las enfermedades de virus de las papas llamaron por primera vez la atención en Europa hacia 1770 y la progresiva deterioración de las cosechas de papa se atribuía entonces al debilitamiento o extinción de las especies de semilla. Antes de 1913 no se hacía ninguna distinción entre la hoja enrollada y otras enfermedades de virus de las papas, y en 1920 los técnicos descubrieron que los áfidos transmitían la hoja enrollada. En 1917 un grave aumento del áfido verde del durazno en Maine fue seguido de un brote poco común de hoja enrollada, que redujo considerablemente los rendimientos, habiendo pocas especies de semilla que quedaran lo suficientemente libres de la enfermedad con fines de pro-

pagación posterior. Como en aquel entonces casi la mitad de las especies certificadas de semilla de los Estados Unidos de Norteamérica se cultivaban en Maine, muchos cultivadores, granjeros y jardineros del Este no pudieron obtener buen material para siembra.

En 1940 los miembros del Departamento de Agricultura comenzaron a cooperar con el personal de la Estación Agrícola Experimental de Maine que se había ocupado de la investigación sobre los áfidos durante muchos años, tratando de resolver el problema de esos insectos en las papas cultivadas en el noreste de ese Estado. En gran parte sus estudios sobre la biología y represión de los áfidos han contribuido a la producción de mejores papas de semilla y al aumento en los rendimientos de las papas de mesa.

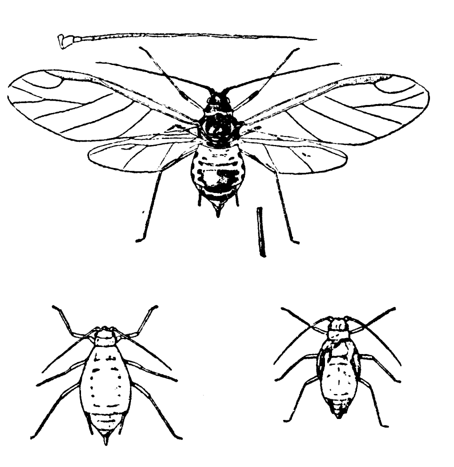
En 1938 la hoja enrollada ocurrió en brotes peligrosos en Washington, y hasta entonces no se había reconocido al áfido verde del durazno como plaga importante de las papas de aquel Estado. Las extensas pérdidas de 1941 a 1949 estuvieron acompañadas de poblaciones extraordinariamente numerosas de áfidos verdes del durazno, y en 1947 el Departamento, la Estación Agrícola Experimental de Washington y el Departamento de Agricultura del Estado iniciaron una serie de investigaciones sobre los áfidos de las papas en el centro de Washington.

EL CLIMA DETERMINA EL PERÍODO DURANTE EL CUAL pueden cultivarse papas, y también si pueden ocurrir en la región otras plantas huéspedes que sean esenciales para la supervivencia de los áfidos. Éstos requieren generalmente para subsistir más de una clase de plantas huéspedes, ya sea cultivadas o silvestres. En aquellas áreas en donde las condiciones de clima no son favorables para el crecimiento de las plantas huéspedes, los áfidos no constituyen comúnmente un factor en la producción de papas. En Maine el clima favorece el crecimiento de plantas huéspedes del áfido verde del durazno, del de la papa, del espino y de la digital purpúrea. En Washington el áfido del espino no constituye una plaga de las papas debido a la falta de su principal planta huésped, y el áfido de la digital ha demostrado muy poca inclinación a adoptar las papas como medio de acceso a esa área.

No todas esas especies son de igual importancia en la propagación de las enfermedades de virus, pero se ha informado que todas propagan la hoja enrollada. El áfido de la papa es de escasa importancia como transportador de esta última enfermedad, pero transmite el mosaico leve y puede propagar el tubérculo alargado de una planta a otra. El áfido del espino transmite la hoja enrollada, pero es de escasa importancia en su propagación debido a sus hábitos sedentarios. El áfido de la digital es vector importante de la hoja enrollada, pero su ocurrencia es relativamente limitada en las papas, a excepción de Maine. El áfido verde del durazno es el vector más importante de la hoja enrollada y transmite también el mosaico rugoso, el mosaico leve y el tubérculo alargado. En Maine y Washington ha ocurrido la mayor propagación de hoja enrollada en aquellas estaciones en que ha sido más abundante el áfido verde del durazno, habiéndose observado variaciones considerables en las cantidades anuales y en las relativas de las varias especies de áfidos que ocurren en la papa. Sin tener en cuenta su capacidad de propagar enfermedades, el áfido del espino en Maine y el áfido verde del durazno en Washington son generalmente las especies que más abundan en las papas.

La reducción de rendimientos debida a la alimentación de los áfidos en Maine tiene su origen principal en la reducción del número y tamaño de las papas que se entregan a los mercados. En una serie de experimentos, las plantas de papas de tres variedades recibieron diferentes grados de protección contra los áfidos, resultando la variedad Katadhin la más susceptible a los daños de esos insectos. La Green Mountain sufrió sólo daños moderados, y la Chippewa fue

la menos afectada. Desde el punto de vista de apariencia de las plantas, la variedad Kennebec pareció susceptible a los daños de los áfidos en 1950, pero al tiempo de la recolección encontramos que el rendimiento sólo se había reducido en forma comparable con el de la Chippewa. La protección contra los áfidos aumentó considerablemente el rendimiento del grado Nº 1 de papa, pudiendo atribuirse los mayores rendimientos de la variedad Green Mountain tanto a un aumento en el número de tubérculos de grado comercial como al aumento del tamaño de los tubérculos dentro de ese grado. En la variedad Chippewa, aproximadamente el 25% del aumento en rendimiento fue debido al aumento en la cantidad de tubérculos que alcanzaron tamaño comercial, y el 75% al aumento de tamaño.



Áfido verde del durazno. Arriba, forma alada. A la izquierda, forma sin alas, última etapa. A la derecha, ninfa. (Todos aproximadamente 15 veces tamaño natural.)

Las mayores pérdidas directas causadas por la alimentación de áfidos ocurren en Washington en la variedad White Rose y no en la Russet Burbank. Ambas son susceptibles a la infección de la hoja enrollada, pero ocurren las pérdidas mayores en la Russet Burbank. La White Rose se cultiva principalmente para cosechas tempranas y la Russet Burbank para cosechas tardías. La cantidad de daños en las cosechas tardías depende en gran parte de la cantidad de hoja enrollada y de las cantidades de áfidos que se desarrollan en las cosechas tempranas.

Los estudios llevados a cabo en Maine con las variedades Green Mountain, Katahdin y Chippewa demostraron que los factores principales en la proporción de propagación de la hoja enrollada en parcelas de las tres variedades fueron el número de áfidos que se alimentaban en las plantas y la cantidad de hoja enrollada que ocurrió en las especies de siembra. En las variedades Green Mountain y Chippewa la propagación de la hoja enrollada fue proporcional a las cantidades de población de los áfidos alados y sin alas que se permitió que se desarrollaran en las parcelas, pero en la variedad Katahdin la propagación de la hoja enrollada se efectuó principalmente por los áfidos alados que se desarrollaron en otras partes y que volaron hasta las parcelas.

En los Estados del Sur las hembras de los áfidos verdes del durazno se propagan depositando áfidos tiernos, la mayoría de los cuales se convierten en hembras sin alas en varias plantas huéspedes durante gran parte del año. Las hembras con alas, sin embargo, se producen a intervalos y sirven principalmente como medio de transmisión a cosechas progresivamente más tiernas. En Maine y Washington, donde las temperaturas de invierno impiden el desarrollo de los áfidos, éstos invernan en la etapa de huevos, y en Maine algunas de las hembras aladas que se producen en agosto, septiembre y octubre vuelan a los huéspedes principales, en donde se producen hembras sin alas capaces de poner huevos. Los machos aparecen desde agosto hasta noviembre y fertilizan las hembras, que entonces ponen los huevos que invernan en los retoños y cortezas de los árboles.

Los huevos de áfido incuban a fines de febrero y marzo. En Maine incuban a fines de abril y principios de mayo, y desde entonces hasta el otoño siguiente todos los ejemplares que se producen son hembras.

Comenzando con los huevos que incuban en primavera, se producen varias generaciones del áfido verde del durazno en los duraznos o ciruelos silvestres. En Maine algunos de los áfidos de la segunda generación y la mayoría de los de la tercera son alados, que abandonan los ciruelos silvestres y se relocalizan en plantas huéspedes de verano tales como hierbas y papas, en donde se producen hasta el otoño las generaciones sucesivas, que generalmente son sin alas. En Washington las formas aladas aparecen primero en la tercera generación en los duraznos y la producción de áfidos alados continúa en cada generación sucesiva hasta el otoño.

En Maine, cuando comienza la emigración de primavera antes de que nazcan las papas, como sucede comúnmente, los áfidos que emigran caen principalmente en las hierbas, en donde continúan reproduciéndose. Los áfidos alados que crecen allí pronto infestan las papas, y si se encuentran plantas de papa enfermas, los áfidos se infectan a su vez y propagan la enfermedad de una planta a otra a medida que se reproducen y alimentan durante la estación.

En Washington los áfidos alados emigrantes de primavera vuelan a las hierbas y a varias cosechas de primavera, incluyendo las papas en las que se producen áfidos sin alas. En julio y agosto aparecen grandes cantidades de áfidos alados que vuelan a las plantas tiernas, incluyendo las papas de cosechas tardías. Las formas aladas y sin alas se producen en las cosechas de papa hasta el otoño, y al igual que en Maine, la mayor propagación de la hoja enrollada ocurre en verano durante el período en que se dispersan los áfidos alados.

Los áfidos pueden invernar en los huevos sólo en unas cuantas clases de plantas. Aunque el áfido verde del durazno se reproduce abundantemente en la parte noreste de Maine durante el otoño en la cereza alargada *(Prunus Pensylvanica)* y en la cereza común *(P. virginiana)*, nunca se han encontrado en ellas colonias de áfidos en primavera, y en esa región el único huésped primario que se conoce es el ciruelo del Canadá *(P. nigra)*. El áfido del espino invierna principalmente en el ramno *(Rhamnus alnifolia)*. El áfido de la papa inverna principalmente en los rosales silvestres, de los cuales el más importante en el noreste de Maine es la *Rosa palustris*. Se sabe que el áfido de la digital inverna en la digital común *(Digitalis purpurea)*, que es muy rara en el noreste de Maine, propagándose localmente el áfido en algún huésped desconocido o utilizando la digital en áreas muy alejadas de los distritos productores de papa, adonde vuela más tarde.

En Washington el durazno *(Prunus persica)* es el principal huésped primario del áfido verde del durazno, y el rosal silvestre es huésped primario del áfido de la papa, pero nunca produce poblaciones abundantes.

Los áfidos pueden utilizar muchas clases de plantas como huéspedes secundarios, ninguna de las cuales puede sostener grandes poblaciones ni ocurrir en mayores concentraciones que las papas. Las hierbas ocupan el segundo lugar después de las papas como huéspedes de verano de los áfidos, y entre ellas, en el noreste de Maine, el rábano silvestre *(Raphanus raphanistrum)*, el nabo silvestre *(Brassica campestris)*, el cardo de tallo velludo *(Galeopsis tetrahit)*, la persicaria rizada *(Polygonum lapathifolium)*, la quenopodia de pie de ganso *(Chenopodium album)*, la acedera ovejuna *(Rumex acetosella)* y la margarita de ojo de buey *(Chrysanthemum leucanthemum,* variedad *pinnatifidum)*. El áfido verde del durazno se reproduce abundantemente en todas ellas, a excepción de la acedera ovejuna y de la margarita de ojo de buey, pero el rábano y el nabo silvestres son las más importantes. El áfido de la papa se reproduce más abundantemente en la quenopodia de pie de ganso, en el cardo de tallo velludo y en la persicaria rizada. El áfido de la digital se reproduce más abundantemente en el cardo de tallo velludo, persicaria rizada y nabo silvestre. El áfido del espino se reproduce en todas las hierbas que se han citado como huéspedes de los áfidos.

Las hierbas huéspedes más importantes para los áfidos verdes del durazno en Washington son la quenopodia de pie de ganso, mostaza silvestre *(Sisymbrium altissima)*, amaranto *(Amaranthus)*, bolsa de pastor *(Capsella bursa-pastoris)*, una nocturna enana *(Solanum villosum)* y la remolacha de azúcar cultivada *(Beta vulgaris)*.

En Maine las hierbas aparecen generalmente en primavera más temprano que las papas. Las migraciones de primavera de los áfidos comienzan frecuentemente antes de que nazcan las papas y los áfidos alados comienzan a reproducirse en las plantas huéspedes disponibles más cercanas. Las hierbas que crecen junto con las cosechas pronto quedan sujetas a una seria competencia de ellas, especialmente cuando su crecimiento es compacto como el de la avena, chícharo inglés, trébol y papa. En esas condiciones los áfidos alados maduran pronto en las hierbas huéspedes y vuelan a las papas o a otras hierbas que crezcan en localidades más favorables. Un gran porcentaje de los áfidos tiernos depositados por los áfidos alados migratorios de las papas en las hierbas de los campos de avena en Maine se convierten en adultos alados, por lo que las formas de dispersión de estos áfidos comienzan a volar dos semanas después de que comienza la migración de primavera. A diferencia de ellas, las formas de dispersión de verano del áfido verde del durazno comienzan a madurarse normalmente en las hierbas de los campos de avena aproximadamente tres semanas después de la migración de primavera. Las plantas de tallos delgados y hojas pequeñas que pueden sobrevivir en las cosechas compactas generalmente no sostienen grandes poblaciones de áfidos y sólo sirven como huéspedes durante un tiempo relativamente corto. La importancia de las hierbas en esta clase de medios consiste principalmente en el hecho de que los áfidos alados que se desarrollan en ellas emigran a las papas y las infestan a principios del verano y con frecuencia ésta es una fuente inicial de infestación de las papas por el áfido verde del durazno.

Las hierbas que crecen en tierras abandonadas tienen menos competencia que las que crecen juntamente con cosechas compactas, y las plantas más grandes pueden sostener mayor número de áfidos. El período de reproducción de los áfidos es más largo y las cantidades de insectos alados y sin alas que se producen son mucho mayores que en las que crecen entre cosechas compactas. En el centro de Washington, en donde es necesario el riego para la producción de cosechas, el tiempo durante el cual se producen los áfidos en las hierbas de las tierras abandonadas y al pie de las colinas depende de la época y de la abundancia de lluvias en primavera. En el noreste de Maine encontramos variaciones considerables de un año a otro en la utilización de varias hierbas como huéspedes. Por ejemplo, la margarita de ojo de buey y la acedera ovejuna fueron huéspedes principales del áfido del espino en 1942, pero se han utilizado mucho menos desde entonces. La margarita de ojo de buey es un huésped favorito en aquellos años en que la migración de primavera del áfido del espino se inicia temprano y la planta está en la etapa de retoño cuando comienza la emigración. Desde 1942 el cardo de tallo velludo, la persicaria y el rábano silvestre han sido huéspedes del áfido en mayor proporción que la margarita de ojo de buey o la acedera ovejuna.

Muchos factores afectan la importancia de las hierbas como huéspedes secundarios de los áfidos en las tierras abandonadas de Maine. Las hierbas que germinan a principios de julio producen más áfidos que las que germinan más temprano. Por otra parte, las pequeñas cantidades de áfidos alados que se produjeron al principio en las hierbas tempranas aumentan la población de áfidos de las papas a tiempo para influenciar considerablemente el desarrollo de poblaciones máximas en ellas. Los que se desarrollan en hierbas tardías no llegan a las papas a tiempo para influenciar en forma apreciable las tendencias de población en ellas. Las hierbas más pequeñas y tiernas producen áfidos alados

en menor tiempo después de que se infestan las grandes y maduras. La humedad de la tierra y la temperatura del aire influencian la época, proporción y extensión del desarrollo de hierbas y áfidos, y otros factores comprenden las cantidades relativas de emigrantes de primavera que proceden de huéspedes primarios, la relación de la época de la emigración de primavera con el tiempo de germinación de las hierbas y la abundancia relativa de cada especie de ellas.

DURANTE VARIOS AÑOS SE HAN ESTUDIADO EN MAINE los hábitos de vuelo de los áfidos. Un tipo de trampa empleada en esos estudios tiene una abertura de 19.5 pulgadas de ancho. Las trampas se colocan a 12.5 pies sobre la tierra y se utilizan desde principios de primavera hasta fines de otoño, descubriéndose con frecuencia por medio de ellas los movimientos de los áfidos en primavera y otoño antes de que el examen de las plantas permitiera descubrir las migraciones. Las trampas muestran la época y duración de los vuelos de los áfidos, el número de ellos y la proporción de las diversas especies. Esos registros son de gran valor en la aplicación de aficidas y se emplean también para otros usos tales como para indicar cuándo deben de destruirse las partes superiores de las plantas de papa que se cultivan para semilla.

En un año de abundante migración de áfidos se obtuvo una captura máxima diaria de 23,641 áfidos alados de las especies que atacan las papas con una sola trampa. Sin embargo, desde que se generalizó el empleo de aficidas en las papas se han capturado menos áfidos alados en las trampas y la duración de sus vuelos ha disminuido también.

Se colocó una serie de trampas a alturas hasta de 30 pies, y a esa altura se capturaron casi tantos áfidos como a 5 pies, pero la mayoría de los áfidos verdes del durazno se capturó a 15 y 20 pies y de los áfidos de la papa a 20 y 25 pies. La mayoría de los áfidos del espino se capturó entre 10 y 15 pies.

Averiguamos que en el centro de Washington el áfido verde del durazno tiene tres períodos de vuelo, pero cada uno de ellos se extiende sobre el otro y siempre se pueden encontrar unos cuantos áfidos alados en las papas durante toda la estación de crecimiento. La migración de primavera comienza durante la primera semana de mayo y continúa en forma bastante abundante hasta la primera semana de junio. La dispersión extremadamente abundante de verano se inicia durante los últimos días de junio o la primera quincena de julio y continúa en cantidades considerables hasta agosto. La migración de otoño se inicia alrededor del 15 de septiembre y continúa en proporción moderada hasta que las heladas destruyen las papas y otras plantas huéspedes tiernas. Se han encontrado áfidos alados y sin alas en las rutabagas o nabos suecos hasta el 17 de noviembre.

En Maine las diversas especies de áfidos no inician la emigración de otoño al mismo tiempo. Los áfidos del espino comienzan a volver para invernar en los huéspedes del 10 al 15 de agosto, y en algunos años los vuelos continúan hasta el 12 de octubre. El áfido de la papa comienza su migración de otoño del 20 al 25 de agosto y se han capturado áfidos alados en las trampas hasta el 8 de octubre. El áfido verde del durazno generalmente comienza su migración de otoño del 28 de agosto al 15 de septiembre, pero se han capturado áfidos alados hasta el 16 de octubre, y el áfido de la digital rara vez tiene emigraciones de otoño en el noreste de Maine.

Durante diez años se han hecho investigaciones en Maine sobre la abundancia de huevos de áfidos en los huéspedes primarios durante la primavera y el otoño, habiéndose observado grandes variaciones en la abundancia de huevos en las plantas huéspedes de un año a otro, desde no encontrarse ninguno hasta encontrar varios cientos por cada 6 pulgadas de retoños. Generalmente muchos de los huevos depositados en el otoño se enjutan y mueren durante el otoño e invierno

y los pájaros destruyen otros. Notamos cierta relación entre las cantidades de huevos viables encontrados en primavera y el tamaño de las poblaciones de áfidos que se desarrollan en los huéspedes primarios.

En los años de abundantes migraciones de otoño del áfido verde del durazno a los árboles de duraznos en el centro de Washington se encontró un promedio máximo de 20 huevos de áfido por cada 6 pulgadas de retoños en algunos huertos. Las recolecciones de huevos hechas durante el invierno no mostraron ningún síntoma de que hubieran sido atacados por parásitos.

La represión natural por medio de insectos parásitos y de presa, enfermedades de hongos y condiciones de clima funciona en diversas combinaciones para disminuir las poblaciones de áfidos o retrasar su reproducción. Sin embargo, esas influencias benéficas rara vez reprimen los áfidos a grado tal que no ocurra ningún daño, y antes de que se aplicaran aficidas a las papas en forma generalizada las diferencias de rendimiento que ocurrían de un año a otro se atribuían en gran parte a diferencias en la efectividad de los factores naturales.

Varias clases de insectos parásitos atacan los áfidos en Maine y Washington y ejercen una influencia restrictiva, pero rara vez los extirpan. En Maine hemos visto casos en que los parásitos han reprimido el áfido del espino de un huésped primario en primavera, y generalmente los parásitos atacan en Maine en mayor grado a los áfidos de la papa que a otras especies de esos insectos, habiéndose encontrado por primera vez en 1950 algunos áfidos del espino en las papas atacados por parásitos durante todo el verano. Las larvas y adultos de las cochinillas son los insectos de presa más abundantes y eficaces de los áfidos en Maine y Washington. En el centro de Washington son el *Hippodamia convergens, H. parenthesis* y *Coccinella transversoguttata*. Otros insectos de presa son las larvas de las moscas sírfides (Sirfidáceas) y de los crisopos (Crisópidas). A veces las larvas de sírfides son lo suficientemente abundantes para disminuir las poblaciones de áfidos en los huéspedes de verano, y cuando las cochinillas y otros insectos de presa ocurren en gran número, se han extirpado prácticamente las poblaciones de áfidos en las papas. Sin embargo, esto no ha ocurrido nunca sino hasta que se han desarrollado grandes poblaciones de áfidos.

A menudo las enfermedades de hongos ayudan a reprimir el áfido verde del durazno, de la papa y de la digital en Maine, pero rara vez en el centro de Washington. Las enfermedades son más eficaces a fines del verano y a veces han extirpado prácticamente las poblaciones de esos áfidos en Maine. Bajo condiciones favorables, las enfermedades causan gran número de víctimas en los áfidos en unos cuantos días. La enfermedad más abundante en Maine es la *Empusa aphidis,* siendo menos frecuentes la *Empusa sphaerosperma* y la *Entomophthora coronata*.

El clima es el principal factor natural de represión, pero rara vez es tan duro que elimine por completo las infestaciones de áfidos, consistiendo más bien sus efectos en ayudar o estorbar en diversos grados a los áfidos a que alcancen su mayor productividad. Los áfidos que emigran en primavera generalmente abandonan los huéspedes primarios poco tiempo después de que se maduran. El tiempo lluvioso, frío y con viento evita las migraciones y muchos áfidos mueren en los huéspedes primarios cuando ocurren varios días consecutivos de tiempo desfavorable. En Washington los períodos de tiempo seco y caliente son también responsables de la muerte de gran número de áfidos alados y sin alas.

La dirección y velocidad del viento durante la emigración de primavera influencia el éxito en los movimientos de áfidos de los huéspedes primarios a los secundarios, siendo esto especialmente cierto en el pequeño áfido del espino, que generalmente abunda más en las papas cercanas a su huésped primario,

pero que puede encontrarse irregularmente distribuido en abundancia variable en campos muy alejados del huésped primario.

Las lluvias fuertes y abundantes desalojan muchos áfidos de las plantas, los matan inmediatamente o los entierran en el lodo. Si esto sucede a principios del verano, se retrasa la época en que los áfidos alcanzan su mayor abundancia, y esto puede ser un factor importante para determinar el máximo número de áfidos que pueden desarrollarse en una planta de papa, así como el lapso de tiempo durante el cual la planta quedará infestada por grandes cantidades de los insectos. En Maine una demora de la etapa de desarrollo de grandes cantidades de áfidos en las papas, especialmente durante el tiempo en que los tubérculos crecen rápidamente, puede influenciar grandemente los rendimientos.

ANTES DE LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL se empleaba la nicotina y la rotenona en pequeñas cantidades para combatir los áfidos de las papas, pero ambas sustancias eran muy costosas.

Las primeras aplicaciones de DDT en Maine y Washington en las papas dieron resultados prometedores. En 1946 la mayoría de los campos sembrados de papas en Maine recibieron de 2 a 10 aplicaciones de rocíos fungicidas conteniendo DDT, y en 1947 prácticamente toda la superficie destinada a la producción de papas en el valle de Yakima, en Washington, se espolvoreó con DDT, habiéndose convertido desde entonces el empleo del DDT o algún otro aficida en una práctica normal. Cada año ha aumentado el número de aplicaciones en las papas, hasta que en 1950 se llegó a un promedio de ocho en Maine y cuatro en Washington.

El aumento del empleo de insecticidas en las papas en Maine ha significado un gran aumento en los rendimientos. En los diez años anteriores a 1946 el rendimiento promedio era de 277 *bushels* por acre, habiendo subido a 355 *bushels* en 1946 y a 480 *bushels* en 1950, debiéndose en gran parte esos aumentos a la mejor represión de los áfidos.

Generalmente los insecticidas se aplican con equipo de superficie y en forma de rocíos o polvos con o sin fungicidas, según las condiciones lo requieran. En Maine son eficaces tanto los rocíos como los polvos y en Washington se prefieren los polvos porque su aplicación es más rápida.

PUEDEN EMPLEARSE CONCENTRADOS EMULSIFICABLES O POLVOS humedecibles de DDT en la preparación de rocíos para aplicación a las papas. Para los concentrados de DDT se mezcla una cantidad suficiente de la sustancia en 100 galones de rocío para proporcionar una media libra de DDT en la mezcla de rocío. En los polvos humedecibles de DDT se aplica una cantidad de polvo suficiente a través de una malla en los tanques de rocío para proporcionar dos libras de DDT en la mezcla de rocío. El DDT se deteriora rápidamente en mezclas alcalinas, pero puede emplearse con el caldo bordelés si se aplica el rocío inmediatamente después de añadir el DDT. Éste es compatible con los compuestos neutrales de cobre, con los fungicidas orgánicos y con los aceites solventes, aplicándose los rocíos en proporción de 125 galones por acre.

Se ha aumentado la efectividad de los polvos de DDT en Maine mediante la adición de una pequeña cantidad de aceite relativamente poco volátil. Los polvos sin aceite deben contener 5% de DDT, y si se les añade aproximadamente 4% de aceite durante la mezcla, puede disminuirse a 3% la cantidad de DDT requerida. Un mezcla de polvos impregnada de DDT es satisfactoria si contiene 2% de DDT y 4% de aceite, pudiendo incluirse el DDT en mezclas de cobre-cal sin aceite solamente si los polvos se aplican inmediatamente después de mezclarse. Los polvos se aplican en proporción de 30 a 35 libras por acre, dependiendo del tamaño de las plantas de papa.

El parathion y algunos otros fosfatos orgánicos han resultado ser enérgicos extirpadores de los áfidos pero deben manejarse y aplicarse con sumo cuidado. Puede obtenerse una excelente represión de los áfidos mediante la aplicación de rocíos que contengan la pequeña cantidad de media libra de un polvo humedecible de parathion al 15% para 100 galones de la mezcla, o media pinta de un concentrado emulsificable de parathion al 25%. Se disminuye el valor de algunos fosfatos orgánicos para la represión de los áfidos si se incorporan en una mezcla alcalina de rocío tal como el caldo bordelés.

Los experimentos efectuados en Washington han demostrado que los polvos que contienen 5% de DDT y por lo menos 50% de azufre para espolvorear son superiores a los que tienen 5% de DDT sin azufre contra el áfido verde del durazno. En 1950 y 1951 resultó más eficaz un polvo que contiene 5% de DDT, 50% de azufre y 0.5% de parathion que una mezcla de DDT-azufre, recomendándose para la represión de los áfidos de las papas.

Los extirpadores de áfidos son más eficaces cuando los rocíos o polvos cubren completamente el follaje de las papas, para lo cual es necesario un equipo eficiente y bien ajustado. Al rociar se obtiene una mejor cobertura con una pértiga equipada con toberas de tipo colgante, y al espolvorear, una o dos toberas deben dirigirse sobre cada hilera, ajustándolas en tal forma que el polvo penetre en las plantas desde arriba o de cada lado de la hilera. Un delantal colgante de lona o tela gruesa, de 6 a 15 pies de largo, sujeto a la pértiga, confina momentáneamente los polvos alrededor de las plantas y mejora la cobertura.

Es más conveniente iniciar las aplicaciones tan pronto como las plantas de papa brotan de la tierra. En Maine deben hacerse aplicaciones cada semana, y en Washington rara vez pueden hacerse aplicaciones con una frecuencia mayor de 8 a 12 días debido a conflictos con los riegos de la cosecha. El empleo de aditamentos levantadores de tallos permite continuar las aplicaciones sin daños para las plantas durante todo el período de crecimiento.

Además de emplear extirpadores de áfidos, es conveniente destruir las hierbas huéspedes que crecen entre las cosechas y en las tierras abandonadas. Los áfidos no pueden propagar la hoja enrollada y otras enfermedades de virus si no se alimentan en plantas infectadas. El empleo de las mejores papas de semilla que puedan obtenerse, la temprana eliminación de todas las plantas enfermas, la recolección temprana de papas de semilla y la represión efectiva de los áfidos pueden evitar los brotes serios de la hoja enrollada en lo futuro.

W. A. Shands, *entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1929, ha estudiado desde 1940 los movimientos en la estación y los hábitos de los áfidos que atacan las papas en Maine, así como el desarrollo de medidas de represión. Anteriormente se encargó de investigar el saltamontes de la hoja de la remolacha en Utah, Colorado y Arizona y los insectos del tabaco en North Carolina, siendo ayudante en jefe de la división de investigaciones sobre los insectos de cosechas de mercado y domésticas en Washington, Distrito de Columbia. Se graduó en el Colegio Agrícola de Clemson e hizo trabajos de graduación en la Universidad de Minnesota.*

B. J. Landis, *entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1918, ha efectuado investigaciones sobre los hábitos y represión de los áfidos, pulgones y otros insectos que afectan las papas en Washington desde 1940. Ha estudiado también el escarabajo mexicano de la judía y otros insectos que afectan las legumbres en Ohio y en México, los que infectan las moras y zarzamoras y la tijerilla europea. Se graduó en la Universidad de Miami e hizo trabajos de graduación en la Universidad del Estado de Ohio.*

El picudo de la batata

R. A. Roberts

El picudo de la batata se encuentra en algunas partes de Alabama, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, South Carolina y Texas, y es muy probable que sea de origen asiático. Nuestros primeros informes de él en este país datan de 1875, en Louisiana.

El picudo adulto tiene aproximadamente un cuarto de pulgada de largo y se asemeja a una hormiga grande. La cabeza, trompa y cubierta de las alas son de un azul oscuro metálico y el pro-tórax y las patas son de color anaranjado rojizo. El adulto tiene alas bien desarrolladas y es capaz de hacer vuelos limitados. Los pequeños huevos son de color blanco amarillento, las larvas son gusanos blancos sin patas de un largo aproximado de tres octavos de pulgada y las crisálidas son blancas y un poco más pequeñas.

Los adultos depositan sus huevos en pequeñas cavidades que perforan en los tallos de las plantas cerca de la tierra o directamente en las batatas. Los huevos incuban aproximadamente en una semana y luego las larvas se alimentan en los tallos o tubérculos durante 2 ó 3 semanas. Las crisálidas se forman en los tallos rastreros o troncos o dentro de los tubérculos y esta etapa dura una semana o más, después de la cual sale el adulto, que puede vivir varios meses. El tiempo requerido para el desarrollo de todas las etapas varía de acuerdo con la estación o con las condiciones en que se almacenan las batatas, pudiendo producirse en un año de 6 a 8 generaciones.

Los picudos adultos dañan las plantas de batatas alimentándose en las hojas, tallos y raíces y marcando las batatas con las cavidades que perforan para alimentarse y depositar sus huevos, y el daño principal lo causan las larvas que se alimentan tanto en los tallos como en los tubérculos. El personal de la Universidad del Estado de Louisiana y del Servicio de Extensión Estatal ha calculado que en 1946 las pérdidas de la cosecha comercial de batatas en Louisiana fueron casi de 3 millones de dólares, reduciéndose esas pérdidas a 250 mil dólares en 1950. En 1945 los cultivadores de plantas de batatas en Georgia sufrieron pérdidas aproximadas de un millón de dólares y las medidas de extirpación han evitado graves pérdidas subsecuentes a los cultivadores. Los picudos pueden causar serios daños aun en áreas ligeramente infestadas, porque imparten un sabor amargo a las batatas después de alimentarse aunque sólo sea ligeramente en ellas, destruyendo así gran parte de su valor.

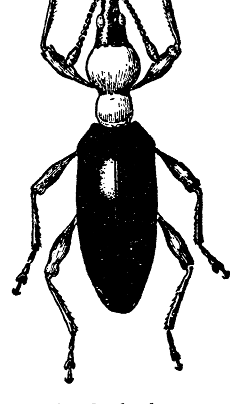
La represión o extirpación depende de la estricta adhesión a los procedimientos recomendados y de un cuidado constante de parte de los cultivadores para evitar las reinfestaciones. El principio de represión consiste en privar a los picudos de plantas huéspedes en donde alimentarse, y para ello se requiere una absoluta limpieza, así como prácticas adecuadas de cultivo y almacenaje, ayudando también el empleo de insecticidas para destruir y evitar las poblaciones de picudos.

En aquellas áreas en que la batata no se cultiva en escala comercial, en donde las infestaciones de picudos son leves y en las que pueden establecerse zonas en donde no se permita la siembra puede extirparse el picudo si se le priva de alimento aproximadamente durante un año. Si se encuentran picudos en una granja, no deben sembrarse, cultivarse o almacenarse batatas en una zona de media

a una milla del punto de infestación. Este procedimiento ha dado por resultado la extirpación del picudo en una granja aislada o bajo base comunal.

Cuando se establece una zona en la que no se permite la siembra, debe disponerse de todas las batatas que queden en esa zona para el 1º de febrero o antes si es posible, ya sea deshidratándolas, empleándolas para alimento del ganado o quemándolas. Los lugares donde se almacenan batatas deben limpiarse perfectamente, quemando todos los desechos, después de lo cual deben espolvorearse las bodegas con un polvo de DDT al 10% en proporción de una libra por cada 1,600 pies cuadrados de área superficial. Puede usarse también un rocío que contenga 8 libras de polvo humedecible de DDT al 50% para 100 galones de agua, aplicándose 1.5 galones por cada 1,000 pies cuadrados, tratamiento que eliminará cualquier picudo que pueda quedar.

Los tubérculos que todavía estén en la tierra cuando se descubra la infestación deben removerse del sitio durante la recolección, disponiendo de ellos en tal forma que se evite la infestación de otras propiedades, no debiendo conservarse ninguna de ellas dentro de la zona restringida. Antes de que se entierren los tubérculos deben cortarse los tallos al ras de la superficie de la tierra y quemarlos después de que se sequen, y todas las raíces, coronas, pequeñas batatas y desperdicios de los campos deben destruirse mediante el cultivo, y dejando que el ganado paste en los campos después de la recolección. Los campos viejos de batatas deben ararse por lo menos dos veces durante el invierno a fin de destruir todas las raíces de batatas que pudieran haber quedado. No deben permitirse las plantas voluntarias de batatas en los campos o en cualquier parte de una propiedad, debiendo arrancarse o destruirse por medio de un herbicida.


Picudo de la batata.

Una vez transcurrido el período de un año exento de siembra, pueden cultivarse batatas nuevamente. Al hacer las nuevas siembras en zonas que han estado fuera de producción, es muy importante el empleo de material de semilla libre del picudo.

En las áreas generalmente infestadas con los picudos y en los lugares en donde la importancia de la producción comercial de batatas no permite el establecimiento de zonas exentas de siembra, se puede obtener una represión efectiva si se llevan a cabo las prácticas de represión, cultivo y limpieza recomendadas para ello.

El material de siembra, ya sea esquejes o tubérculos de semilla, debe obtenerse de fuentes que lo certifiquen como libres de picudos o de áreas que se sepa que están exentas de los insectos. Si se selecciona la semilla localmente durante la recolección en áreas que se sabe que generalmente están infestadas, sin embargo, los tubérculos deben tratarse perfectamente con un polvo de DDT al 10% aplicado en proporción de una libra por cada 6 u 8 *bushels* de semilla, tratamiento que evitará el establecimiento de infestaciones en la semilla y extirpará los picudos que existan cuando salgan de los tubérculos.

Los pedazos y desperdicios de batatas deben removerse de los campos después de la recolección. Los armazones y bodegas de almacenaje deben limpiarse y rociarse con DDT tan pronto como se remuevan las batatas. Los campos que se hayan plantado previamente con batatas deben ararse por lo menos dos veces durante el invierno, destruyendo todas las plantas voluntarias.

Las camas de semilla deben localizarse en tierras en las que no se hayan sembrado batatas el año anterior, haciendo la localización de los campos que vayan a sembrarse con batatas lo más lejos posible de las camas de semilla, y

de preferencia en tierras en las que no se hayan sembrado batatas durante la estación anterior. Las plantas y tubérculos de las camas de semilla y de las primeras hileras deben destruirse tan pronto como hayan producido una cantidad suficiente de plantas nuevas.

El almacenaje de batatas en bóvedas comerciales constituía un problema debido a la propagación de los picudos de las batatas infestadas a las sanas durante el almacenaje y la consiguiente dispersión de gran número de picudos adultos al fin del período de almacenaje de las bóvedas a los campos sembrados adyacentes. Un nuevo tratamiento de las existencias de batatas de mesa almacenadas ha contribuido considerablemente a la solución del problema. Se seleccionan y remueven las batatas visiblemente infestadas y las demás se almacenan espolvoreándolas con un polvo de DDT al 10%. Se emplea para ello un fumigador barato que funciona bajo el mismo principio que un ventilador de aire, con el que se pueden tratar de uno en uno hasta 600 cuévanos por hora, aplicándose sólo un vigésimo de libra de polvos a cada uno de ellos. El tratamiento no destruye los picudos que ya se encuentran en las batatas, pero extirpará todos los adultos que salgan y evitará la propagación de la infestación, siendo conveniente también fumigar o rociar la bóveda con DDT antes de que se almacenen las batatas empacadas. Los picudos de la batata se desarrollan también en ciertas especies de dondiegos de día y otras plantas relacionadas del género *Ipomoea.* La relación insecto-huésped no es muy clara, pero aparentemente los dondiegos de día silvestres y de pantano son de importancia como huéspedes y habrá que tener en cuenta ciertas especies cultivadas de esa planta en los proyectos de extirpación que comprendan distritos urbanos. El picudo se reproduce en los dondiegos de día de las costas *(Ipomoea littoralis),* pero los herbicidas químicos destruyen esas plantas. La infestación de los dondiegos de día de pantano *(Ipomoea sagittata)* es más rara, pero esa especie puede albergar los picudos en cantidades suficientes para permitir la reinfestación de las batatas que se cultivan después de la terminación de un período exento de siembra en una área de extirpación. Las dos especies de dondiegos de día se encuentran solamente en zonas limitadas de las áreas productoras de batatas, principalmente en los márgenes costeros y marismas. Al tratar de reprimir las plantas por medio de un herbicida es conveniente incluir DDT en los rocíos, ya que éste matará cualquier picudo que pueda existir o que pueda salir de las plantas antes de que termine la acción del herbicida.

El éxito de una campaña contra el picudo depende en gran parte de la cooperación de cada cultivador, empacador y almacenista. Los programas informativos sobre los fines de la campaña en las áreas de producción comercial de la batata en Louisiana han ayudado grandemente a conseguir un apoyo completo. La clave de un esfuerzo de esta índole es el establecimiento de un comité parroquial o del condado compuesto por cultivadores, almacenistas, vendedores, representantes de organizaciones cívicas y otros además de funcionarios públicos. Los comités patrocinan las reuniones de cultivadores y grupos de las escuelas para discutir el problema y los métodos de solucionarlo y los especialistas del Servicio de Extensión proporcionan exhibiciones, material de publicidad, así como agentes del condado y trabajadores agrícolas federales y estatales.

Hace algunos años que los Estados infestados por el picudo mantienen cuarentenas para evitar la propagación de la plaga a las áreas libres de ella dentro de esos mismos Estados, así como a otros que se encuentran exentos. La función y responsabilidad primordiales de los funcionarios estatales de cuarentenas es la aplicación de ellas, pero la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas ayuda a su aplicación como medida necesaria en los trabajos de represión y extirpación. Las cuarentenas en los Estados infestados y en aquellos que no lo es-

tán, reglamentan el movimiento de plantas y batatas y partes de ellas, incluyendo injertos de tallo, esquejes y tubérculos, así como el de las especies de *Ipomoea* y otras plantas que puedan resultar huéspedes del picudo de la batata.

Es indispensable la fumigación con bromuro de metilo o el empleo de cualquier otro tratamiento aprobado para efectuar movimientos de existencias de batatas de mesa de cualquiera de las áreas infestadas a cualquiera de los Estados que mantienen cuarentenas. Los Estados productores de batatas mantienen reglamentos adicionales relativos a la certificación y movimiento de plantas y batatas de semilla.

Desde que se iniciaron los trabajos cooperativos federales y estatales para la represión y extirpación, los inspectores federales han ayudado a los Estados en la aplicación de restricciones sobre siembras así como de otras medidas de represión y extirpación. Entre 1937 y 1951 se llevaron a cabo trabajos de represión y extirpación en 106 condados infestados de siete Estados, y de las 16,169 propiedades infestadas que se encontraron en esos condados, 12,327 quedaron libres del picudo. En 1951 había todavía 3,842 propiedades infestadas en 73 condados de los 7 Estados, no sabiéndose que hubiera picudos en los 33 condados restantes.

R. A. Roberts, *empleado de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, se graduó en el Colegio Agrícola y Mecánico de Texas y en el Colegio del Estado de Iowa. Ha efectuado investigaciones sobre insectos y ha trabajado en programas cooperativos federales y estatales sobre represión de insectos desde 1926.*

El picudo del chícharo

T. A. Brindley y Joseph C. Chamberlain

El picudo del chícharo depende completamente de los chícharos comestibles y de campo para subsistir y se encuentra casi en dondequiera que se cultivan chícharos.

Es una plaga de todas las áreas productoras de chícharos en los Estados Unidos de Norteamérica y del Canadá y es especialmente abundante en aquellos lugares donde los chícharos se cultivan para obtención de semilla seca. En algunas localidades, entre ellas la parte alta del valle del río Snake, del este de Idaho y algunas áreas de Montana, queda controlado por los inviernos largos y fríos y las fuertes y prolongadas lluvias como las que ocurren en ciertas áreas costeras de Oregón y Washington disminuyen también la supervivencia de invierno.

Más o menos hasta 1920 se consideraba primordialmente el picudo del chícharo como plaga de los chícharos secos o de semilla y como el principal factor limitativo para su producción. En un vano esfuerzo de escapar a sus ataques, la industria se desplazó lentamente hacia el Oeste, de una área de cultivo a otra, hasta llegar a las actuales grandes áreas de cultivo del chícharo del Oeste, principalmente Idaho, Oregón y Washington. Cuando se inició la producción de chícharos verdes para su preparación, el problema se agudizó aún más, porque los chícharos infestados o "agusanados" por los picudos no pueden consumirse por el hombre.

Para enfrentarse al problema y para ayudar a la nueva industria en la represión de los picudos a fin de evitar la contaminación de productos preparados o

enlatados, las estaciones agrícolas experimentales de Oregón, Washington e Idaho y el Departamento de Agricultura iniciaron en 1930 un programa de investigación cooperativa para encontrar una solución.

El daño que causa el picudo del chícharo se debe totalmente a la alimentación de los gusanos o larvas dentro de las semillas en desarrollo. Casi siempre una sola larva completa su desarrollo en una semilla, pero se depositan tantos huevos que todos los chícharos pueden quedar infestados. En el valle Willamette de Oregón se han observado infestaciones del 70 al 90% del total de las cosechas, pudiendo ocurrir un promedio de pérdidas de 30 a 60% al año si no se toman medidas para reprimirlas. En otras regiones, tales como el área Palouse del este de Washington y en el norte de Idaho, el daño es menor, aunque se han registrado infestaciones de 5 a 50%.

El picudo de los chícharos es uno de varios tipos de picudos de la familia de los Brúquidos que sobreviven alimentándose en las semillas de plantas leguminosas. El adulto es pequeño, generalmente moteado, grisáceo o café grisáceo y aproximadamente de un quinto de pulgada de largo. Tiene una cabeza pequeña con antenas cortas y delgadas y un cuerpo ovalado de "hombros redondeados" con largas patas traseras. Los picudos son insectos activos que corren y vuelan con rapidez durante el tiempo caliente, aunque en forma un tanto torpe. Cuando se les molesta, a menudo se dejan caer al suelo y se fingen muertos.

La historia vital del picudo del chícharo es muy sencilla. Pasan el invierno en la etapa adulta y los picudos vuelan a los campos de chícharos al terminar el período de invernada en una época que coincide con bastante exactitud con el período de florecimiento de los chícharos. El acoplamiento se efectúa en un período relativamente breve, durante el cual los picudos se alimentan del néctar y polen de las flores de los chícharos y hasta cierto grado en los pétalos o follaje. La hembra no produce huevos viables si no se alimenta de polen y está lista para depositarlos para cuando las vainas de chícharo dejan caer las flores. Los huevos de color anaranjado o amarillo limón son ovalados y de un largo menor de un dieciseisavo de pulgada y se depositan aislados o a veces en pares, uno sobre otro, en el exterior de las vainas de chícharos, a las que quedan firmemente sujetos por medio de una sustancia glutinosa transparente, pudiendo verse en unos cuantos días las cabezas oscuras de las larvas en desarrollo a través de la cubierta transparente. El tiempo de incubación varía con la temperatura, siendo más corto durante los períodos calientes, pudiendo ser tan breve como de 4 días o tan largo como de 2 semanas o más, aunque el promedio es de 9 días.

Cuando está completamente desarrollada, la pequeña larva se abre paso a través del delgado cascarón y penetra eventualmente en una vaina tierna hasta uno de los embriones de chícharo dentro de ella, pudiendo penetrar varias larvas a un solo chícharo, aunque generalmente sólo una de ellas sobrevive para terminar su desarrollo. El agujero hecho por la larva al penetrar en el chícharo cicatriza rápidamente, pero generalmente queda visible el sitio como un pequeño punto negro o "picadura".

Una vez segura dentro del chícharo, la larva pronto muda, y como ya no tiene necesidad de ellas, pierde sus patas y la peculiar estructura semejante a un peine debajo del primer segmento del tórax, que indudablemente ayuda a los gusanos recién incubados a trasladarse del huevo hasta el chícharo. La larva tiene ahora un color blanco o amarillo pálido, a excepción de las fuertes partes bucales parecidas a mandíbulas que son de color café. Durante el resto de su vida como larva come y crece rápidamente y causa los mayores daños al chícharo, devorando casi por completo el endospermo y a menudo el gérmen de la semilla en desarrollo. La semilla infestada muere o cuando mucho produce brotes débiles.

Las etapas de larva, que son cuatro en total, necesitan de 4 a 8 semanas,

dependiendo de la temperatura, para llegar a la madurez, acelerándose su desarrollo en tiempo caliente.

La larva totalmente desarrollada perfora completamente, o casi por completo, la cubierta de la semilla, dejando una tapa circular o "ventana" a través de la cual el futuro adulto puede fácilmente forzar la entrada. Después de esto, la larva queda casi inactiva durante un corto período de tiempo, la etapa anterior a la de crisálida, mudando luego e iniciando esa etapa, que tiene un promedio de 12 a 14 días, siendo la crisálida muy semejante al adulto. En la etapa anterior a la de crisálida y durante ésta, y por medio de un procedimiento tan misterioso como lo es el desarrollo de huevo a larva, los tejidos internos se reagrupan para formar el adulto. El escarabajo adulto es blando y pálido en un principio, pero la epidermis pronto se endurece y en unas cuantas horas adquiere la coloración adulta normal. El tamaño del adulto varía con la cantidad de alimento que consumió durante la etapa de larva, y como ninguna larva se alimenta en más de una semilla, el tamaño del chícharo afecta en cierto modo el tamaño del escarabajo naciente. Los chícharos pequeños o poco desarrollados pueden quedar completamente consumidos, a excepción de la cubierta de la semilla, y de ellos nacen picudos adultos enanos. El adulto normal es fuerte, vigoroso y bien provisto de una reserva de energía almacenada relativamente enorme en forma de grasas, lo que tiene importancia, porque no se vuelven a alimentar sino hasta la primavera siguiente.

Los factores del medio así como los suministros disponibles de alimentos, controlan la abundancia del picudo del chícharo, y se cuentan entre ellos el clima adecuado y las condiciones de las cosechas para su desarrollo y para el éxito de la invernada.

Al propagarse a nuevas áreas el picudo del chícharo dejó tras de sí los insectos parásitos y de presa que probablemente se desarrollaron juntamente con él en sus áreas nativas, o posiblemente esos enemigos naturales que lograron acompañarlo no encontraron las nuevas condiciones adecuadas para su supervivencia. De cualquier modo, el picudo del chícharo en este país se encuentra prácticamente libre de ataques de insectos parásitos, no habiendo tenido éxito los esfuerzos tendientes a introducirlos.

Comenzando con la salida de los picudos adultos de los chícharos, hay que considerar cuatro períodos críticos: el de salida de los picudos del verano al otoño y los consiguientes vuelos de dispersión a los lugares donde invernan; el de invernada; el de vuelos de dispersión en la primavera de los lugares de invernada a los campos de chícharos, y el de postura de huevos.

El picudo adulto aparece más o menos al mismo tiempo que se madura por completo el chícharo en que se alimenta. Bajo ciertas condiciones muchos chícharos revientan de las vainas y se esparcen en la tierra y se pierden muchos más al reventarse durante el proceso de recolección. Los picudos de cualquiera de los chícharos infestados comienzan a salir en unas cuantas semanas, estimulando la proporción de salida la humedad producida por los rocíos abundantes o por las lluvias. A medida que salen, los picudos vuelan y son arrastrados por los vientos prevalecientes hasta que llegan accidentalmente a localidades que les ofrecen un abrigo más o menos adecuado para pasar el invierno. Estos vuelos, aparentemente indirectos de la plaga, pueden extenderse a tres millas o más del lugar en que salieron de los chícharos. En los Estados del Noroeste los vuelos de salida en otoño se inician aproximadamente a mediados de julio y principios de agosto y continúan hasta principios de septiembre.

El picudo adulto sólo vuela de día, quedando controladas por la temperatura sus actividades críticas. Los vuelos rara vez se inician antes de las 8 de la mañana o continúan después de las 4 ó 6 de la tarde, y su mayor intensidad

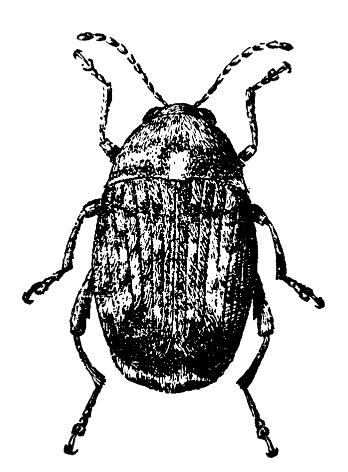
ocurre cerca de mediodía o poco tiempo después. Se ha observado que la temperatura mínima a la que ocurren vuelos de verano y otoño es de 60-61° F., y que la mayor abundancia de vuelos ocurre a temperaturas entre 66° y 79°.

Las cantidades de picudos provenientes de los chícharos reventados en áreas no recolectadas, en campos abandonados o en plantíos de chícharos voluntarios en otras cosechas es bastante grande, pero siempre mucho menor que los que ocurren en las semillas recolectadas. Los picudos que se encuentran en los chícharos verdes se destruyen al prepararlos y, por tanto, no contribuyen a las poblaciones de esos insectos.

Si los chícharos se almacenan en sacos o recipientes herméticos, pueden quedar muchos picudos en la semilla seca y salir en pequeñas cantidades o dejar de salir por completo hasta que se siembran las semillas. Activados entonces por la humedad de la tierra, los picudos salen de la semilla y de la tierra. Si los chícharos infestados se conservan en recipientes secos durante un período de tiempo suficiente, muchos de los adultos nunca llegan a salir y mueren dentro de los chícharos, aunque en algunos casos los picudos conservados en esas condiciones han sobrevivido a 2 inviernos antes de sucumbir.

El período de migración de otoño es muy peligroso para el picudo del chícharo, ya que los insectos de presa, los animales y los pájaros destruyen grandes cantidades de ellos. Sin embargo, el mayor peligro se debe a las diversas operaciones de labranza. El ganado y las aves de corral que pastan en el campo después de la recolección pueden destruir grandes cantidades de chícharos habitados por los picudos. El arado profundo y el apisonamiento de la tierra inmediatamente después de la recolección matan muchos más, y finalmente el tratamiento de los chícharos secos con fungicidas, calor u otros métodos poco tiempo después de la cosecha los reduce todavía más.

Puede parecer posible que el hombre acabe con estos insectos mediante la aplicación de prácticas de cultivo y fumigaciones, pero esto nunca ha sucedido, ya que invariablemente escapa una cantidad suficiente de picudos para perpetuar la plaga, debido principalmente a la imposibilidad práctica de obtener una estricta aplicación comunal de las medidas necesarias y a que el cultivo y la fumigación no son completamente eficaces bajo las condiciones existentes en la producción de chícharos. Sin embargo, esas prácticas son de gran ayuda para disminuir las infestaciones subsecuentes y constituyen una parte importante de todo programa de represión.



Picudo del chícharo.

El picudo puede encontrar abrigo para invernar en cualquier hendidura en la naturaleza o en cualquier objeto o en los desperdicios de cualquier clase bajo los cuales el insecto puede arrastrarse y quedar protegido del clima. Los lugares favoritos son los que están más cerca de las localidades nativas de los picudos; los postes perforados y hendidos, cobertizos viejos, graneros, bodegas y otras estructuras ofrecen una situación favorable, así como las hendiduras de la corteza de los árboles, montones de desechos, campos con orillas de hierbas o maleza, el heno y los líquenes de los árboles y los desechos de los bosques. En algunos lugares, tales como las áreas onduladas sin árboles del este de Washington y del norte de Idaho, puede no haber lugares cercanos para invernar y muchos insectos vuelan a lo alto de los declives montañosos, en donde se encuentran localidades apropiadas bajo la corteza de

los árboles o en la maleza de los bosques, especialmente en los plantíos de pino ponderosa.

El mayor riesgo a que quedan expuestos los picudos durante la invernada es el mismo clima, y los diezman también los destructores naturales tales como los pájaros. La falta de protección adecuada de los diferentes tipos de refugios o la falta de una capa de nieve suficiente puede dejar expuestos a los picudos a temperaturas mortales de cero o menos de cero o a la humedad excesiva, lo que ocasiona su destrucción en gran escala, especialmente cuando la exposición es muy prolongada. Unos cuantos picudos pueden sobrevivir a cortas exposiciones a temperaturas de 15° ó 16° bajo cero, pero ninguno puede sobrevivir durante todo un invierno a la exposición a temperaturas constantes tan elevadas como 12°. Estos hechos explican sin duda la ausencia del picudo de ciertos altos valles montañosos así como del norte de Canadá y Alaska, aun en aquellos lugares donde abundan los chícharos en las épocas más calientes del año.

La fluctuación en la mortalidad de las poblaciones de picudos que invernan explica las variaciones en el número de picudos que ocurren de un año a otro en los campos de chícharos. Esas fluctuaciones anuales son especialmente marcadas en zonas climatológicas en las que existen grandes diferencias en el clima de invierno de un año a otro, y esas condiciones caracterizan muchas áreas agrícolas de los Estados montañosos del Norte.

El picudo, al igual que otros animales que permanecen inactivos en invierno, llega a éste con un depósito de grasa. Durante la invernada se consumen gradualmente esas reservas de grasa, que llegan a su mínimo durante la primavera siguiente. En un experimento efectuado en el valle de Willamette, que tiene buen clima, las materias grasas que representaban un 35% del peso total del cuerpo a principios de la invernada, disminuyeron gradualmente a sólo 22% para fines de mayo, llegando entonces a su máximo la arribada de los picudos a los campos de chícharo.

Los vuelos de primavera desde los lugares de invernada coinciden con el florecimiento de los chícharos más tempranos, y las actividades y la dispersión comienzan solamente después de que las temperaturas de primavera han subido a cierto grado, no ocurriendo vuelos, por tanto, muy al principio de la primavera aun en días calientes y asoleados, que más tarde en la estación darían lugar a gran cantidad de vuelos. Sin embargo, una vez que se inician los movimientos, los vuelos ocurren en días y a horas en que las temperaturas son favorables. En el valle de Willamette esos días son aquellos en que la temperatura se eleva más allá de un mínimo de 62° a 63°, y en esa región los vuelos de dispersión pueden iniciarse desde fines de abril y continuar hasta junio durante un período de 6 semanas o más. El mayor número de vuelos ocurre generalmente durante mayo en días en que la temperatura alcanza o excede de 70° a 75°.

El instinto o tendencia del picudo para terminar el vuelo apenas encuentra una planta de chícharo es muy fuerte, especialmente cuando los chícharos están en flor. A principios de estación casi todos los picudos se posan en una estrecha zona fronteriza que rara vez se extiende a más de 40 ó 50 pies dentro de un campo. Más tarde, en la estación esa zona se ensancha gradualmente a causa de la lenta dispersión de los picudos dentro del campo. Sin embargo, el patrón original de distribución tiende a conservarse hasta lo último, es decir, se encontrará una disminución en el número de parásitos de las orillas del campo hacia su centro aun muy tarde en la estación. En áreas donde hay campos de chícharos de 100 acres o mayores y las poblaciones de insectos son relativamente bajas, los centros de los campos pueden quedar exentos de infestación durante toda la infestación.

El cultivador de chícharos se ha aprovechado de estos hechos para limitar

sus operaciones de represión prontamente en la estación a las orillas infestadas de los campos, ya que si se destruyen los escarabajos de las orillas la cosecha queda protegida.

El picudo del chícharo es menos prolífico que algunos otros insectos, pero lo es en forma suficiente para conservarse como una plaga, produciéndose machos y hembras casi en cantidades iguales. Sólo los huevos fertilizados incuban y el número de ellos que puede depositar una hembra varía de menos de 100 hasta más de 700. Cuando los picudos ocurren en grandes cantidades, prácticamente ninguna vaina escapa a la postura de huevos, ya que los picudos los depositarán en cualquier vaina verde, aunque prefieren las más tiernas.

El tiempo frío retrasa tanto la postura de huevos como su incubación. En tiempo frío de primavera, 150 picudos producirían el mismo número de descendientes que 100 de ellos cuando las temperaturas son más elevadas. Por tanto, los campos de siembra tardía pueden quedar más gravemente dañados que los de siembra temprana por un número de picudos relativamente menor. Después de que se ha terminado la postura de huevos, mueren los adultos y ninguno de ellos sobrevive para causar daños en una segunda estación.

El único medio eficaz que podemos recomendar para reprimir las infestaciones es el espolvorear con insecticidas las partes infestadas de los campos de chícharos. Las mezclas de polvos que han resultado eficaces contienen 0.75% de rotenona, 5% de DDT y 5% de metoxiclor. Los polvos se aplican a los chícharos en proporción de 20 libras por acre, pero su empleo depende de la naturaleza de la cosecha.

El insecticida que se escoja para usarse en chícharos que se van a enlatar o congelar depende de si los tallos verdes van a emplearse para alimento de ganado después de la recolección. Si es así, deben usarse mezclas de polvos que contengan rotenona o metoxiclor, y en caso contrario puede emplearse el DDT. Los insecticidas deben aplicarse con una máquina fumigadora cubierta.

Los chícharos que se recolectan para prepararse verdes deben espolvorearse durante el intervalo comprendido entre la aparición de las primeras flores y la de las primeras vainas, ya que así se matan los picudos adultos antes de que puedan depositar sus huevos en las vainas. Este período de las primeras flores a las primeras vainas dura de 2 a 3 días en tiempo caliente a más de una semana en tiempo frío y nublado.

Si se han empleado polvos de rotenona la acción de la luz solar disminuye su eficacia y, por tanto, no mueren muchos de los picudos que penetran a un campo 24 horas después de la aplicación, por lo que puede ser necesaria una segunda o tercera aplicación a fin de proteger los chícharos contra las reinfestaciones. El período entre las aplicaciones sucesivas de rotenona varía de 2 a 3 días a más de una semana, dependiendo de que penetren al campo cantidades adicionales de picudos.

El DDT y el metoxiclor son más persistentes, siendo necesarios menos tratamientos cuando se emplean y pudiendo ser mayores los intervalos entre tratamientos.

Mientras más se retrasa la aplicación es más probable que mayor número de picudos vuelen a un campo y que el insecticida mate mayor número de ellos, pero las consecuencias pueden ser graves si las aplicaciones se demoran más allá de la fecha en que se depositan los primeros huevos de la estación. Una demora de uno o dos días después de la aparición de las pequeñas vainas puede hacer que los chícharos se infesten a tal grado que no puedan emplearse para enlatar o congelar, y generalmente es mucho más conveniente iniciar las espolvoreaciones un poco más temprano.

A veces la lluvia y los vientos interfieren en la correcta aplicación de los

polvos. El empleo de equipo para espolvorear puede resultar poco práctico en campos lodosos y las corrientes de aire pueden hacer ineficaces las aplicaciones, por lo que no deben intentarse cuando la velocidad del viento exceda de 12 millas por hora. Las lluvias, el viento y el tiempo frío hacen que el picudo permanezca relativamente inactivo, depositándose la mayoría de los huevos a temperaturas de 70° o mayores, sin que ocurra a menos de 65°.

Como los equipos mecánicos de espolvoreación no pueden funcionar eficazmente en campos lodosos, no deben regarse los chícharos cultivados en áreas de riego sino hasta después que se ha terminado la aplicación de polvos. Bajo condiciones normales y con el cultivo adecuado no deben causarse daños a los chícharos con esa demora en los riegos.

El cultivador de chícharos verdes debe tratar de extirpar el picudo de sus campos. Por otra parte, las medidas de represión para los chícharos secos son menos estrictas, porque los preparadores pueden remover pequeñas cantidades de chícharos infestados por los picudos durante su limpieza. Además, el valor por acre relativamente bajo de los chícharos secos restringe la cantidad de aplicaciones de polvos que es económicamente justificable.

En general, sólo se recomienda una aplicación de rotenona, DDT o metoxiclor para los chícharos secos comestibles, que debe hacerse hasta donde sea posible en épocas en que no ocurran cantidades considerables de posturas de huevos por los picudos. Si el tiempo es desfavorable, la espolvoreación debe retrasarse hasta que mejoren las condiciones y la temperatura debe ser superior a 65° con indicaciones de que subirá aún más, ya que los picudos permanecen generalmente inactivos a temperaturas inferiores. Es muy importante, sin embargo, recordar que si la fumigación se demora debido al mal tiempo, el cultivador debe estar preparado para tratar sus cosechas de chícharos tan pronto como las condiciones sean favorables, ya que si no se hace así se pueden depositar suficientes huevos para producir una infestación grave. Un polvo de DDT al 5% aplicado en proporción de 15 a 20 libras por acre se emplea más comúnmente para la represión del picudo en los chícharos secos y de semilla, y si van a emplearse los tallos como alimento para el ganado, debe usarse 0.75% de polvo de rotenona o metoxiclor al 5%.

La mayoría de una cosecha de chícharos de semilla se produce por las vainas que maduran durante el pleno del período de floración, ya que las muy tempranas y las dos o tres últimas contribuyen relativamente en muy poca proporción al rendimiento total. En esos casos se pueden sacrificar esas vainas, las tempranas debido a la infestación de los picudos y las tardías debido a falta de madurez, sin que esto implique una pérdida seria en el rendimiento. Igualmente, las larvas de picudos que se desarrollan de los huevos puestos antes del período de mediados de estación son generalmente muy pequeñas durante la recolección temprana para que afecten seriamente la viabilidad de la semilla infestada, y si se fumigan prontamente con sustancias tales como bromuro de metilo, cloropicrina, disulfuro de carbono u otros fumigantes adecuados, esas semillas se aceptan en el comercio bajo la base de pruebas de germinación. El único tratamiento con insecticidas que es todo lo que ordinariamente se justifica en esos casos debe demorarse, por tanto, hasta después de la primera gran arribada de picudos, que generalmente ocurre inmediatamente antes de que se madure la primera o segunda vainas. Además de eliminar la infestación inicial, la eficacia residual del DDT será suficiente para reprimir las arribadas subsecuentes hasta cerca de mediados de estación o más tarde.

Cuando se emplea el DDT para la represión del picudo en chícharos de campo austríacos de invierno, debe aplicarse en proporción de 15 a 20 libras

por acre de un polvo al 5%. Hacemos hincapié en que la recolección temprana y la inmediata aplicación de polvos son esenciales para el éxito de este programa. Los chícharos infestados por larvas grandes como resultado de infestaciones tempranas son más livianos y se remueven fácilmente durante el proceso de limpieza.

Es muy importante saber cuándo y cómo hacer las aplicaciones de polvos. Como generalmente las poblaciones de picudos del chícharo no se distribuyen uniformemente en un campo sino que se concentran más a menudo en una zona angosta alrededor de las orillas, especialmente las cercanas a los sitios favoritos para invernar, con frecuencia es innecesario aplicar las mezclas de polvos a todo un campo, especialmente si es muy grande.

Las partes de un campo que puedan necesitar polvos pueden determinarse solamente a base de inspecciones de las poblaciones reales de picudos hechas por el cultivador o por la persona encargada de las aplicaciones. Esas inspecciones se hacen en forma más rápida y precisa mediante el empleo de una red para recolectar insectos, empleándose comúnmente una red de ese tipo de 15 pulgadas de diámetro. En áreas gravemente infestadas, especialmente cuando los chícharos se cultivan para enlatar y congelar, con frecuencia es necesario fumigar toda la superficie de los campos pequeños, es decir, de aquellos que no excedan de 8 a 10 acres.

Un método para determinar la infestación de los picudos es el siguiente:

Pásese la red inmediatamente después de que aparezcan las primeras flores y antes de que se hayan aplicado los polvos. Inspecciónese el campo en diferentes lugares en cada uno de sus cuatro lados, o si es de forma irregular pásese la red a intervalos a su alrededor. Cada golpe de la red a través de la parte superior de las plantas se considera como una pasada. Sosténgase la red a un ángulo tal que los picudos que se desprendan de las plantas caigan dentro de ella y dense uno o dos pasos entre cada pasada. Háganse dos o más recolecciones de 25 pasadas en cada sitio y cuéntense los picudos recogidos en cada recolección. Aváncese hacia el centro del campo hasta que no se encuentren más picudos. En un campo de chícharos de semilla pásese hacia el centro del mismo hasta que la población de picudos quede bajo el límite que se considera económico para espolvorear, como explicaremos más tarde. En un plano aproximado del campo márquense las localidades donde se recolectaron picudos, y para conservar un registro de ellas es conveniente medir con pasos la distancia de la orilla y pasar la red a intervalos de 100 pies. Por ejemplo, si se encuentran picudos a 200 pies de la orilla del campo, camínense otros 100 pies y pásese nuevamente la red. Si se sigue este método es fácil marcar las distancias en el plano.

Dese especial atención a los lugares en que sean más probables las infestaciones abundantes. Examínense las orillas cercanas a extensos plantíos de árboles o áreas de maleza, y a las barrancas y cañones que se extiendan dentro del campo, en la vecindad de cobertizos o árboles y en áreas donde florearon los primeros chícharos si pudo notarse esa floración. Verifíquense los efectos de una espolvoreación en forma semejante 18 ó 24 horas después de haberla efectuado, y si se encuentran muchos picudos, puede ser necesario repetirla dentro de 3 ó 4 días. Hacemos nuevamente hincapié en el hecho de que es indispensable conservar prácticamente libres de picudos los campos de chícharos verdes, pero que en los chícharos de semilla una infestación leve no es de importancia, siendo, por tanto, necesaria una cuidadosa inspección en los campos de chícharos verdes, tanto antes como después de la espolvoreación.

Se han empleado espolvoreadores de superficie y desde aeroplanos para aplicar los insecticidas. Los espolvoreadores mecánicos deben estar provistos de

una cubierta de tipo de caja o un delantal colgante a fin de confinar los polvos en las plantas durante un corto espacio de tiempo antes de que se disipen o se los lleve el viento. Las toberas o pértigas huecas perforadas para la distribución de polvos deben estar construidas en tal forma que distribuyan o soplen los polvos a través de todo el surco de manera que puedan circular libremente a través y alrededor de las plantas antes de que queden expuestas a la acción del viento. Los espolvoreadores son de muchos tamaños y diseños y la mayoría está construida para telescopiar, arrastrar o desmontar las pértigas o cubiertas a fin de facilitar su movimiento de un campo a otro. Algunos tienen elevadores especiales para ajustarse a la altura de las plantas, y los que cubren fajas de terreno de un ancho mayor de 30 ó 40 pies y hasta aproximadamente 60 pies tienen ruedas auxiliares en los extremos de las pértigas o cubiertas para permitir que se muevan con facilidad a través de las irregularidades de los campos con eficacia y sin causar daños al equipo. Algunos están montados en camiones y otros lo están en remolques que se mueven por tractores, *jeeps* o caballos. A veces los equipos de espolvoreación se accionan con la toma de fuerza del mismo tractor y otros tienen motores propios, pero todos son razonablemente satisfactorios si distribuyen los polvos de modo uniforme y en las proporciones requeridas.

No deben hacerse aplicaciones de polvos desde la superficie cuando los vientos excedan de 10 ó 12 millas por hora. Las aplicaciones de polvos de rotenona son más eficaces cuando las temperaturas son de 70° o más elevadas y no deben hacerse en otro tiempo, ya que la rotenona sólo es eficaz al contacto inmediato, y durante el tiempo frío los picudos permanecen inactivos y más o menos escondidos en sitios adonde no llegan los polvos.

La aplicación de polvos desde aeroplanos ha sido bastante eficaz cuando se hace en debida forma y está bien supervisada, siendo especialmente importantes las buenas aplicaciones en los márgenes de los campos, aunque esto a menudo es peligroso si se emplea este sistema y puede no ser muy eficaz, especialmente si los campos son pequeños, irregulares o hay árboles, líneas de fuerza o edificios que estorben la maniobra, recomendándose en esos casos el empleo de equipo de superficie. En general, la aplicación de polvos desde aeroplanos debe hacerse en proporciones aproximadamente 50% mayores que con equipo de superficie. Los depósitos de polvo aplicados desde aeroplanos se concentran en su mayoría en una faja o zona angosta cuyo ancho máximo eficaz no excede en mucho de 25 a 30 pies. Las aplicaciones desde aeroplanos quedan también mucho más limitadas por el viento que las aplicaciones de superficie, y son eficaces solamente cuando se hacen con falta absoluta de viento o cuando su velocidad no excede de 2 ó 3 millas por hora.

Una de las mayores ventajas de las aplicaciones aéreas es la ausencia de daños a las cosechas causados por el equipo en sí, daños que pueden llegar hasta 3 ó 4% del valor de la cosecha en la parte de los campos que se somete al tratamiento cuando se emplea equipo de superficie montado en camiones o tractores que cubra una faja de 30 pies. El empleo de equipo ligero y de espolvoreadores que cubran fajas más anchas disminuirá considerablemente los daños.

T. A. BRINDLEY, *entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, dedicó 20 años al estudio de la biología, ecología, enemigos naturales y represión del picudo de los chícharos y otros insectos que los afectan en el noroeste del Pacífico y regiones adyacentes. Se graduó en el Colegio del Estado de Iowa y continuó en el mismo sus estudios de graduación. Desde 1950 el doctor Brindley ha sido coordinador de investigaciones cooperativas efectuadas en Iowa sobre el perforador europeo del maíz llevadas a cabo por la Oficina de*

Entomología y Cuarentena de Plantas y la Estación Agrícola Experimental de Iowa.

JOSEPH C. CHAMBERLIN, *entomólogo durante más de 20 años en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, ha efectuado investigaciones sobre varios de los insectos más importantes que afectan las cosechas de mercado, incluyendo el picudo del chícharo, el áfido del chícharo y el saltamontes de la hoja de la remolacha en los Estados del Oeste. En 1943-45 efectuó investigaciones sobre los insectos de Alaska y en años recientes el doctor Chamberlin ha trabajado en conjunto con ingenieros agrícolas en el desarrollo y mejoría de los aviones para la aplicación de insecticidas a los chícharos y otras cosechas. El doctor Chamberlin se graduó en la Universidad de Stanford.*

El áfido del chícharo

John E. Dudley Jr. y William C. Cook

EL ÁFIDO del chícharo es un insecto pequeño, de color verde pálido y de menos de un cuarto de pulgada de largo. Se alimenta de la savia que succiona de las plantas en donde vive, y a excepción del tamaño, los adultos y los insectos tiernos son semejantes. Se reconoció por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica en 1879 en los chícharos de Illinois y ahora se encuentra en todos los Estados y en varias provincias de Canadá, en dondequiera que se cultivan chícharos o algunas otras de las plantas en las que se alimenta, constituyendo una grave plaga en 13 Estados casi todos los años.

Los chícharos son las plantas alimenticias favoritas y más extensamente distribuidas del áfido del chícharo. Ataca todos los chícharos, ya sea que se cultiven verdes para los mercados, para enlatar, para semilla, como chícharo forrajero, como cosecha de relleno o como chícharos de olor que se cultiven por sus flores. La cosecha comercial de chícharos para enlatar y congelar en el año de 1951 comprendió 445,860 acres, cultivándose por lo menos en 31 Estados para enlatar y congelar, encontrándose el centro de la industria en los Estados de los Grandes Lagos, así como en Washington y Oregón. En ellos se encuentran también grandes superficies sembradas de alfalfa y trébol, cosechas perennes que constituyen un depósito de áfidos durante los meses en que no se cultivan los chícharos.

Después de los chícharos, los áfidos prefieren la alfalfa y pueden ocurrir serias infestaciones en esa cosecha en algunos Estados, especialmente en Kansas y California. En 1949 se sembraron casi 18 millones de acres de alfalfa en los Estados Unidos de Norteamérica. El áfido de los chícharos se alimenta también en los alverjones, así como en los tréboles rojo, *alsike,* carmesí y dulce, aunque rara vez causa daños graves en ellos.

EL ÁFIDO DEL CHÍCHARO PASA EL INVIERNO en la etapa de huevo en los Estados del Norte, pero en el noroeste del Pacífico puede sobrevivir al invierno en una etapa activa, mientras que en el Sur permanece activo durante la mayoría del invierno. En el Norte los pequeños huevos negros, adheridos a los talles y hojas secas de la alfalfa y del trébol que quedan protegidos la mayor parte del tiempo por una capa de nieve, se conservan durante todo el invierno, y en abril o principios de mayo, dependiendo de la latitud, incuban para producir áfidos tiernos o crisálidas que se alimentan en la alfalfa y trébol recién nacidos, mudando cuatro veces antes de convertirse en adultos. Después de que han ocurrido una o dos gene-

raciones en la alfalfa o en el trébol, se desarrollan alas en los áfidos de gran parte de la siguiente generación y los insectos vuelan a los chícharos a fines de mayo y principios de junio. No vuelan muy bien, pero las corrientes de aire los pueden llevar muy lejos a distancias hasta de 50 millas, y a su llegada a los campos de chícharos los áfidos alados comienzan inmediatamente a producir insectos tiernos, sin alas en su gran mayoría, pudiendo producirse 14 ó 15 generaciones en una sola estación.

Como los chícharos son más suculentos y tiernos que las cosechas abandonadas por los áfidos y las temperaturas van en aumento, su reproducción en los chícharos es muy rápida. Las hembras de los áfidos pueden producir huevos sin necesidad de que las fertilicen, y en primavera y verano todos los áfidos son hembras. En tiempo caliente una hembra puede producir de 10 a 14 insectos tiernos y en un acre de chícharos puede haber millones de áfidos incubados de los huevos que se depositaron el otoño anterior en la alfalfa y el trébol, que pueden arruinar rápidamente la cosecha si no se aplican insecticidas prontamente. A medida que los chícharos se acercan a la madurez y se vuelven menos favorables para su alimentación, aparecen de nuevo las formas aladas, que mueren en gran mayoría, aunque algunos de ellos llegan a las plantas tardías de chícharo más tiernas o vuelven a la alfalfa y a los tréboles, permaneciendo algunos de ellos todo el verano en la alfalfa.

En octubre hay un cambio de formas. Algunos de los áfidos que nacen entonces son machos y el resto son hembras productoras de huevos, habiendo insectos con alas y sin ellas. Después del acoplamiento de machos y hembras se depositan los huevos fértiles, que pasan el invierno en la alfalfa y el trébol, completándose así el ciclo anual.

El áfido succiona la savia de las hojas, tallos, flores y vainas de las plantas. Los daños que causan en la alfalfa y el trébol no son muy notorios, a menos de que las plantas sean muy pequeñas y sufran de la sequía o que la infestación sea muy abundante. En ocasiones, una infestación de esa naturaleza ha destruido todo el crecimiento de primavera de la alfalfa. Unos cuantos áfidos pueden matar las plantas pequeñas de chícharo y una infestación abundante en plantas más maduras puede disminuir su rendimiento y calidad o aun destruir la cosecha. Las plantas se vuelven raquíticas y producen vainas más pequeñas y en menor número que las plantas no infestadas. Los áfidos atacan frecuentemente las vainas y hacen que se enrollen, se encojan y queden sólo parcialmente llenas de chícharos, y las vainas deformadas tienen poco valor en el mercado y no pueden desgranarse mecánicamente.

El áfido transmite también varias enfermedades de virus de los chícharos, una de las cuales es el mosaico amarillo del chícharo. En el noroeste del Pacífico la alfalfa es el recipiente del virus, que se propaga a los chícharos por medio de los áfidos alados, y en años de grandes migraciones desde los campos de alfalfa, las graves epidemias dañan a menudo los chícharos. Otro virus que propagan los áfidos es el del mosaico enático, que hace ásperas o engruesa las vainas y que es más destructor para la cosecha que el mosaico amarillo en los chícharos sembrados tarde, porque las vainas infectadas se vuelven demasiado gruesas para desgranarse mecánicamente, haciendo que se pierda la mitad de la cosecha.

A veces se encuentran en los chícharos otras dos enfermedades de virus, causando una de ellas el marchitamiento de los retoños y la otra un bronceado de las hojas y tallos.

Las devastadoras infestaciones del áfido del chícharo nunca aparecen sin algún aviso previo. El número de huevos depositados en los huéspedes de invierno y las tempranas poblaciones de crisálidas en la alfalfa y el trébol en primavera hacen posible el cálculo de las infestaciones que pueden ocurrir en los chícharos

y las condiciones de clima en la estación constituyen el principal factor determinante. El tiempo caliente y asoleado estimula su rápida reproducción y el tiempo frío y lluvioso la retrasa o la suspende por cierto tiempo.

Para saber cuándo hay que iniciar las operaciones de represión los cultivadores tienen que vigilar cuidadosamente sus campos de chícharo, pudiendo determinar el número de áfidos que se encuentran presentes por medio de varios métodos. Uno de los más comunes consiste en barrer las plantas con una red para insectos que tenga una abertura aproximada de 15 pulgadas de diámetro, contándose el número de áfidos que se capturen en cada pasada de la red. Después de muchas de esas pasadas en diferentes partes del campo, se determina el promedio de áfidos por pasada, y cuando se encuentra un promedio de 35 insectos es tiempo de aplicar insecticidas.

MÁS DE 70 ESPECIES DE INSECTOS PARÁSITOS y de presa cuya abundancia varía grandemente de una estación a otra atacan los áfidos. En ocasiones, en algunas zonas de clima caliente y húmedo, una enfermedad de hongos puede atacarlos y destruir grandes cantidades de ellos en un corto espacio de tiempo, no teniendo importancia esa enfermedad en climas secos. Sin embargo, todas esas represiones naturales de los áfidos generalmente ocurren demasiado tarde para evitar daños a las cosechas de chícharos.

Los primeros intentos para la represión comercial del áfido de los chícharos en los Estados Unidos de Norteamérica se llevaron a cabo en Maryland hacia 1900 por W. G. Johnson, del Departamento de Agricultura, quien hizo pruebas con rocíos de petróleo y jabón de aceite de pescado, así como con polvos de tabaco, habiendo encontrado que el empleo de los rocíos no era práctico en grandes superficies, utilizando más tarde escobas de ramas de pino, que cuando se sujetaban a un cultivador desalojaban los áfidos de las plantas.

La Estación Agrícola Experimental de Maryland, el Departamento de Agricultura y la Estación Agrícola Experimental de Wisconsin iniciaron en 1922 las investigaciones sobre los métodos de represión, y gradualmente, a medida que los insectos se convirtieron en una seria amenaza, las estaciones experimentales de 12 Estados se unieron a esos experimentos. Los trabajos han incluido experimentos con implementos mecánicos, insecticidas, parásitos, insectos de presa y métodos de cultivo.

Los métodos de cultivo han comprendido el pastado en gran escala de ovejas o ganado en los campos de alfalfa durante el otoño o a principios de la primavera, el corte tan pronto como puede obtenerse una cosecha de heno en primavera, el corte de los brotes tiernos superiores de la alfalfa y la regularización de los riegos con relación a las infestaciones, habiendo proporcionado todos ellos diversos grados de represión, aunque todos tenían desventajas y generalmente no lograban evitar los daños causados por los áfidos a las cosechas de heno, habiéndose tratado de cultivar plantas de alfalfa resistentes a los insectos en Kansas, California y Wisconsin. Las investigaciones efectuadas en Wisconsin han demostrado que ciertas variedades de chícharos, tales como la Onward, Pride y Yellow Admiral, son parcialmente resistentes.

En California, se soltaron en grandes campos de alfalfa cerca de un millón de cochinillas capturadas en gran número en los lugares de invernada en las montañas, y se enviaron varios cientos de miles de ellas a Wisconsin para soltarlas en un campo de chícharos. En ambos casos las cochinillas volaron poco tiempo después para esparcirse extensamente, sin causar una disminución apreciable en las infestaciones de áfidos.

Se probó también el quemar los campos de alfalfa a fines de otoño o principios de primavera incendiando los desperdicios y las hierbas y tratando más tarde los campos con aceite combustible antes de incendiarlos, pero ninguno

de esos métodos produjo una combustión completa, quedando siempre suficientes áreas sin quemar que permitían que los áfidos sobrevivientes se reprodujeran de nuevo. Se diseñaron y probaron máquinas para quemar desperdicios, que quemaban aceite y producían una llama muy caliente que consumía todo el follaje verde, tanto alfalfa como hierbas, a medida que se pasaban a través de un campo y que destruían prácticamente todos los áfidos vivos y sus huevos, pero que acababan también con los enemigos naturales de los áfidos. El nuevo crecimiento aparecía poco después de haber incendiado los campos, los áfidos alados volaban desde los campos no incendiados y los insectos se reproducían tan rápidamente que en un corto espacio de tiempo los campos volvían a quedar seriamente infestados.

En varios Estados se han probado también el rastrear la alfalfa con rastras de escobas, de plataforma o de cadenas, cultivarla con una rastra de dientes de resorte y apisonarla con rodillos, pero la opinión general es que aun cuando esas operaciones se repitan varias veces durante la estación, muchos áfidos escapan y siguen reproduciéndose. Se probó también en varios Estados una máquina para capturar áfidos que consistía en una tolva con rodillos giratorios montada sobre ruedas y movida por tracción animal, que capturó muchos *bushels* de áfidos de un acre de chícharos, pero que tenía la misma desventaja de los demás implementos mecánicos, no tenía efectos residuales o duraderos y dejaba muchos áfidos en las plantas, que continuaban reproduciéndose.

Los insecticidas son la solución al problema de la represión en los chícharos que se cultivan para su preparación. Se han probado muchos tipos de insecticidas, pero por una razón u otra se han abandonado para uso comercial o experimental, a excepción de 3 ó 4, y esos insecticidas pueden aplicarse con equipo de superficie o desde un aeroplano.

Los equipos de superficie empleados más comúnmente son el espolvoreador de presión, el rociador de presión de gran capacidad, que aplica 100 galones o más por acre de rocíos diluidos; el rociador de hierbas de baja capacidad, que aplica aproximadamente 25 galones por acre, y el esparcidor de rocío, que aplica aproximadamente 10 galones por acre. Se emplea más comúnmente el espolvoreador de presión, debido a su rapidez y a que causa un mínimo de daños a los chícharos. Muy pocos enlatadores usan el rociador de presión de gran capacidad porque es lento y costoso y puede dañar las plantas. El rociador de baja capacidad se usa en forma experimental y en escala comercial, pero necesita mejorarse todavía.

Los aeroplanos aplican los insecticidas en forma de polvos o rocíos concentrados. Ambos métodos son rápidos y no causan daños mecánicos a los chícharos. La aplicación de polvos desde un aeroplano es el método más común, aunque se está incrementando el empleo de rocíos concentrados. Los enlatadores han adoptado rápidamente el empleo de aviones a causa de la prontitud con que pueden tratarse grandes superficies amenazadas de graves infestaciones de áfidos.

Cada uno de los métodos de represión tiene sus ventajas y desventajas, pero tomando todo ello en consideración puede esperarse una represión más eficaz de los áfidos cuando se emplea equipo de superficie en vez de aviones. En ambos casos el grado de represión depende del empleo de equipo eficiente y de la oportunidad y forma completa de llevar a cabo las aplicaciones.

El tiempo es el factor principal para determinar si se emplean equipos de superficie o aeroplanos. Mientras mayor es la velocidad del viento será menos eficaz la represión, sin importar los métodos de aplicación; pero la baja velocidad del viento es especialmente importante si se emplean aeroplanos, ya que los vientos hasta de 3 ó 4 millas por hora pueden hacer incosteable la aplicación de polvos debido a que gran parte de ellos se esparcirá antes de llegar a las

plantas. Cuando la represión de los áfidos es urgente, pueden utilizarse con todo éxito los rocíos aplicados desde un aeroplano, con vientos de 3 a 7 millas por hora, siendo de esperarse normalmente períodos de poco movimiento del aire una hora o dos antes de la salida del sol y de una a tres horas después de su puesta.

Por otra parte, es posible el tratamiento eficaz empleando equipo de superficie a velocidades de viento considerablemente mayores. Si se emplea un delantal colgante de 25 pies sujeto a las pértigas, se pueden obtener resultados satisfactorios con vientos de 10 a 12 millas por hora, y los rocíos efectuados sin esos delantales pueden ser eficaces a velocidades semejantes del viento.

El tamaño y forma de los campos individuales y la cantidad de superficie que necesite tratamiento inmediato influencian también los métodos de aplicación. Mientras más grande y abierto sea un campo será más eficiente el tratamiento con aeroplanos, debido al tiempo empleado en dar la vuelta en los extremos y en ir de un campo a otro. El equipo de superficie puede ser más eficaz que el aeroplano en campos pequeños, accidentados y de formas irregulares y en aquellos que están rodeados de árboles, edificios o líneas de alta tensión.

Cuando es necesario el tratamiento a principios de la estación de crecimiento antes de que hayan florecido los chícharos y mientras las infestaciones de áfidos son todavía leves, puede ser preferible el equipo de superficie. Por otra parte, si la cosecha se acerca a la madurez y las plantas son altas y vigorosas o si la tierra está húmeda, es de desearse la aplicación desde aeroplanos.

Los experimentos efectuados en 1950 en Forest Grove, Oregón, descubrieron las causas principales de la desigual distribución de los rocíos desde un aeroplano empleado en forma ordinaria para la represión de los áfidos en los chícharos y de otros insectos en cosechas de poca altura. En los vuelos que se hacían a una altura aproximada de 2 pies sobre la superficie de la tierra, con las ruedas del aeroplano tocando las plantas de chícharos, los depósitos de rocío eran eficaces para la represión de insectos en una faja de un ancho aproximado de 50 pies. Se obtuvieron resultados semejantes con vuelos a una altura de 10 pies. Sin embargo, los rocíos se depositaban en forma desigual en esa faja, y en ciertas condiciones causaban daños a las plantas en aquellos lugares en donde el insecticida se concentraba en grandes dosis, produciéndose una represión inadecuada de los insectos en aquellos otros lugares en que las aplicaciones no tenían la concentración suficiente. En los experimentos destinados a corregir esa desigual distribución de los rocíos se hicieron vuelos separados con todas las toberas cerradas, abriéndolas en grupos de 3 que representaban una sección de un pie de la pértiga. Los conocimientos obtenidos durante esos experimentos han proporcionado un criterio para determinar la colocación más adecuada de las toberas, los largos mínimos de aspersión de las pértigas, el ancho efectivo de las zonas, así como una base para mejorar el diseño de los espolvoreadores y rociadores aéreos.

Durante mucho tiempo se ha usado más extensamente la nicotina en forma de rocíos, polvos o vapores que cualquier otro insecticida.

Como rocío se combina siempre con un jabón o aceite emulsificante. Como polvo se combina generalmente con cal hidratada u otros transportadores en polvo, empleándose un delantal de unos 50 pies de largo para que el polvo pueda circular y depositarse en las plantas, perdiéndose muy poco por dispersión. En condiciones favorables de clima, puede obtenerse una gran destrucción de áfidos tanto con los rocíos como con los polvos.

Hacia 1940 se diseñó una máquina que vaporizaba la nicotina altamente concentrada pasándola a través del tubo de escape de un motor de gasolina. El vapor salía a través de un delantal de tela a prueba de gas de 100 pies de largo, obteniéndose una destrucción de casi 100%, aunque el funcionamiento de la máquina era lento y costoso.

La nicotina tiene poco valor residual (cuando mucho, sólo unas cuantas horas después de su aplicación) y solamente es eficaz cuando la temperatura ambiente es bastante alta, de preferencia 70° u 80°.

La rotenona se empleó primeramente en Maryland contra el áfido del chícharo en forma de rocío hacia 1922, y en experimentos efectuados en Wisconsin en 1935 se demostró el valor de la raíz finamente pulverizada en forma de polvos o rocíos. Esos polvos y rocíos no mataban los áfidos tan rápidamente como la nicotina, pero tenían valor residual y continuaban matando durante varios días si las condiciones de clima eran favorables. Posteriormente se hicieron muchas pruebas con diferentes diluyentes y añadiendo aceites y agentes condicionadores para mejorar la eficacia de las mezclas, obteniéndose rara vez con la rotenona una represión tan considerable como de 98%, pero las combinaciones más eficaces proporcionaban a menudo una represión comercial satisfactoria, especialmente en localidades húmedas.

El DDT, debidamente dosificado, es mucho mejor que la rotenona, ya que proporciona una elevada destrucción inicial y tiene buenas propiedades residuales. En las zonas orientales y centrales del país un polvo de DDT al 1.5% disuelto en un solvente no volátil dio una represión de 95% de los áfidos. En la parte oriental de Oregón y Washington, sin embargo, ha sido necesario emplear un polvo que contenga 5% de DDT, y esa mayor concentración de la sustancia da una acción residual más prolongada y protege los chícharos tardíos de las reinfestaciones causadas por los áfidos que vuelan de otros campos de chícharo o alfalfa.

Hacia 1944 comenzaron a usarse los aerosoles contra los áfidos del chícharo en Maryland, Wisconsin y Virginia. Se introducen los insecticidas concentrados en solución dentro de cilindros de acero de 2 a 4 galones de capacidad y se añade un gas licuado a alta presión. Cuando se deja escapar por medio de una válvula, el gas licuado volatiliza y dispersa el insecticida en forma de rocío. Se ha obtenido una excelente represión, pero el método se usa menos comúnmente que los polvos o los rocíos.

Tres plantas de enlatar emplearon aeroplanos en Wisconsin en 1942 y 7 en 1943, y en el año de 1948, 102 de las 109 plantas enlatadoras empleaban aeroplanos o helicópteros para la aplicación de insecticidas a la totalidad o a parte de los campos sembrados de chícharos para enlatar, aplicándose desde el aire el 81% de los polvos y rocíos empleados, y 82 fábricas emplearon solamente DDT y 19 usaron una combinación de DDT y rotenona. Por tanto, en 1948 se consideraba el DDT como la némesis de los áfidos, pero esta creencia desapareció muy pronto. Se encontraron ocasionalmente pequeñas cantidades de DDT en los tejidos y en la leche del ganado alimentado con chícharos tratados con la sustancia antes o después de que los tallos se convirtieron en pasto, y los posibles daños a la población debidos al consumo de carne o leche que pudieran estar contaminadas con DDT hicieron que se abandonara su empleo contra el áfido de los chícharos, empleándose sólo en pequeñas cantidades en Wisconsin en 1951 a principios de la estación, antes de que florecieran los chícharos, de manera que hubiera tiempo suficiente antes de la cosecha para que desapareciera casi por completo.

En 1947 quedaron disponibles para prueba los nuevos compuestos de fosfatos y pronto se convirtieron en poderoso auxiliar para la represión de los áfidos al igual que el DDT, que ocasionaba una elevada destrucción inicial de 100% en algunos campos. El parathion, que era el fosfato empleado más comúnmente en 1951, es sumamente venenoso para el hombre y los animales si toca la piel, se aspira o si penetra por vía bucal. Sin embargo, cuando se aplica a las plantas en los campos en forma de rocíos o polvos, se descompone en compuestos relativamente inofensivos, y si se aplica de 10 a 14 días antes de la recolección

no constituye un riesgo en los chícharos enlatados o en los pastos, no teniendo, por tanto, valor residual muy prolongado, aunque los experimentos de invernadero indican que conserva su toxicidad por lo menos durante una semana cuando se aplica a los chícharos que crecen en tiestos. Los varios años de trabajos con el parathion indican que es tan bueno bajo condiciones de campo como cualquier otra sustancia para evitar la multiplicación de los áfidos que no murieron inmediatamente después de su aplicación.

En Wisconsin en 1948 sólo unos cuantos cultivadores de chícharos para enlatar emplearon el parathion; pero en 1949, éste y otros fosfatos trataron en 63% de la superficie sembrada, y en 1950 se emplearon para tratar el 81% de esa misma superficie.

La extensión y costo de la represión de los áfidos solamente en los chícharos para enlatar se indican en cifras proporcionadas por los enlatadores de Wisconsin, en donde se produce un promedio de 37% del volumen nacional. La infestación fue muy grave en Wisconsin en 1948, y 109 de las 122 plantas enlatadoras de chícharo llevaron a cabo la represión de los áfidos tratando 90,000 de los 126,000 acres de chícharos para enlatar recolectados en el Estado, o sea el 71%. Se empleó una cantidad de 4.502,269 libras de polvos y sólo se rociaron unos cuantos acres. Las sustancias tuvieron un costo aproximado de 295 mil dólares, y como el costo de aplicación es igual al de los insecticidas, el costo total fue de 600 mil dólares aproximadamente.

En 1949 las infestaciones de áfidos fueron menos graves, y 105 de las 121 plantas que cultivaban chícharos para enlatar trataron 76,800 acres, o sea un 63% del total de la superficie recolectada. Se empleó una cantidad de 2.442,990 libras de polvo, rociándose alrededor de 27,000 acres. El cálculo aproximado del costo total fue de 480 mil dólares. En 1950, 100 plantas trataron 63,935 acres, o sea el 54% de los 118,100 acres recolectados. La cantidad de polvos empleada llegó a 2.031,033 libras, rociándose 11,620 acres y el costo total se calculó en 236,888 dólares.

Las cantidades de polvo aplicadas han sido en promedio de 35 a 40 libras por acre, ya sean aplicadas por aeroplano o con equipo de superficie. Los rocíos concentrados se aplican comúnmente por medio de aeroplanos en proporción de 3 a 5 galones por acre, y los rocíos diluidos se aplican con equipo de superficie en proporción promedia de 100 a 125 galones por acre.

JOHN E. DUDLEY, JR., *graduado de la Universidad de Wisconsin, fue entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1911 hasta 1951, año en que se retiró. Sus primeros trabajos los hizo en el laboratorio para el estudio de las mariposas gitana y de cola café de Massachusetts, y desde 1918 estuvo encargado del laboratorio de investigaciones sobre los insectos de las cosechas de mercado y domésticas en Wisconsin.*

WILLIAM C. COOK *ha sido entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1930 y antes estuvo encargado en la Estación Agrícola Experimental de Montana de los trabajos sobre lombrices cortadas. Desde 1943 ha residido en Walla Walla, Washington, estudiando las lombrices delgadas y los áfidos del chícharo. Se graduó en las Universidades de Cornell y de Minnesota.*

El saltamontes de la hoja de la remolacha

J. R. Douglas, y William C. Cook

El saltamontes de la hoja de la remolacha es el único transportador de la hoja rizada que se conoce, una destructora enfermedad de virus de la remolacha de azúcar, betabel, judías, tomates, espinacas, melones y otras cosechas, plantas florales de ornato y muchas hierbas. El insecto prefiere las localidades áridas y semiáridas del oeste de los Estados Unidos de Norteamérica, del norte de México y del suroeste del Canadá, y sus campos de propagación son las tierras abandonadas y sobrepastadas en las que ocurren huéspedes de hierbas, siendo también esas áreas un recipiente para el virus.

Se han dado muchos nombres comunes a la hoja rizada: en la remolacha de azúcar se le ha llamado plaga de California de la remolacha, plaga del Oeste, plaga, hoja enrollada y hoja rizada. En los tomates, plaga del tomate, plaga amarilla, plaga de verano, plaga del Oeste, plaga occidental del amarillamiento del tomate, amarillamiento del tomate y hoja rizada del tomate, y en las judías plaga de las judías.

Su gravedad se demuestra por medio de los registros del sur de Idaho, en donde en 1924 los cultivadores de remolacha de azúcar abandonaron 11,442 de los 22,418 acres que habían sembrado. En 1934 abandonaron 18,635 de los 21,380 acres sembrados, y el rendimiento promedio de los campos recolectados fue de 5.51 y 4.88 toneladas por acre en 1924 y 1934, cifras considerablemente inferiores al promedio de 16 toneladas en años en los que no abunda el saltamontes de las hojas. Se desmantelaron fábricas y se trasladaron a otros lugares para volver a desmantelarse y moverse de nuevo cuando se encontró que se habían reconstruido en áreas infestadas por el insecto.

Un saltamontes de las hojas puede contagiarse con el virus de una planta enferma y transmitirlo a una sana en cuatro horas, y una vez que el insecto ha quedado infectado con el virus de la hoja rizada permanece infectado pero no puede transmitir el virus a través de los huevos a su progenie.

Se tienen informes de graves pérdidas en los melones cantalú y de Castilla en Arizona, California, Idaho y Utah. En 1945, N. J. Giddings, especialista del virus de la hoja rizada, encontró que el lino del valle de San Joaquín, en California, estaba infectado con la enfermedad, y los experimentos posteriores indicaron la posibilidad de que ocurrieran serios daños al lino durante las estaciones de graves infestaciones.

El saltamontes de la hoja de la remolacha, llamado comúnmente mosca blanca en el Oeste, tiene un largo un poco mayor de un octavo de pulgada y es de color gris a amarillo verdoso. Es un insecto de clima seco que busca el sol y a menudo se propaga en muchas especies de hierbas que se han introducido y establecido en tierras no agrícolas y en campos y praderas abandonadas y que se alimenta succionando los jugos de sus plantas huéspedes. Rara vez es lo suficientemente numeroso para causar grandes daños directos con su alimentación, y sólo es importante porque transmite la hoja rizada.

El virus de la hoja rizada pasa el invierno tanto en el saltamontes de la hoja

de la remolacha como en sus plantas huéspedes de invierno. El saltamontes lo transmite al alimentarse y se propaga de los huéspedes de invierno a otras hierbas huéspedes y a cosechas cultivadas susceptibles principalmente durante el movimiento de primavera. Algunas de las cosechas en sus etapas de retoños son muy susceptibles a la enfermedad y las plantas infectadas mueren a menudo. El porcentaje de las generaciones de saltamontes de primavera que propagan el virus ha variado de un año a otro con bajas de 4% y altas de 80%.

Se han desarrollado variedades de remolacha de azúcar resistentes a la hoja rizada, pero no tenemos variedades resistentes de tomates comerciales, y ocurren graves pérdidas durante los años de brotes de saltamontes en algunas partes de California, Colorado, Oregón, Utah y Washington. En el sur de Idaho y algunas otras áreas no se cultivan los tomates en forma comercial, porque las cosechas se pierden casi totalmente en años en que quedan expuestas de manera drástica a la hoja rizada.

La mayoría de las variedades de judías son susceptibles, y en el sur de Idaho se produce aproximadamente el 80% de los requisitos nacionales de judías de jardín para semilla. El área está libre de plagas bacterianas y otras enfermedades que se propagan en las semillas de las judías, y en los años en que los grandes movimientos de saltamontes coinciden con la etapa de "cuello torcido" o de brote, un campo tras otro de las variedades más susceptibles de judías en el sur de Idaho han quedado tan seriamente dañados por la hoja rizada que ha sido necesario enterrar las plantas, habiendo sido también graves las pérdidas en variedades menos susceptibles. En años pasados ocurrieron graves pérdidas en la mayoría de las variedades de campo o judías secas. La Estación Agrícola Experimental de Idaho ha desarrollado variedades resistentes de judías Great Northern y Pinto.

Los primeros síntomas visibles de la hoja rizada en la remolacha son el aclaramiento de las venillas y el enrollamiento hacia dentro de los márgenes inferiores y exteriores de las hojas más tiernas. A medida que la enfermedad se hace más seria aumenta el enrollamiento y deformación de las hojas, las venas se hinchan y aparecen gran número de papilas o excrecencias parecidas a verrugas en la parte inferior de las hojas. A menudo un raquitismo general causa la muerte de la planta en los casos más graves. Las hojas enfermas son oscuras, de color verde mate, gruesas, tostadas y quebradizas. Las raíces muestran síntomas marcados, ya que la enfermedad causa la muerte de las raicillas laterales y la remolacha produce entonces gran número de nuevas raicillas laterales de aspecto velludo o lanudo. La sección de una raíz enferma muestra frecuentemente anillos oscuros concéntricos que alternan con áreas circulares claras. Una sección longitudinal muestra la decoloración oscura que se extiende a lo largo de la remolacha.

En las judías los primeros síntomas son más pronunciados en las hojas trifoliadas que se vuelven ligeramente arrugadas, se enrollan hacia abajo, se vuelven amarillas y mueren. Éstas y las hojas primarias son más gruesas que las normales, se vuelven quebradizas y se caen con facilidad. Las plantas tiernas infectadas mueren pronto, y las plantas infectadas más tarde en la estación pueden dejar caer las flores, volverse cloróticas y morir. Las plantas infectadas se vuelven enanas y tienen internodos cortos que les dan un aspecto apelmazado. En las plantas que se infectan más tarde en la estación no siempre ocurren los síntomas típicos de la enfermedad y generalmente crecen hasta llegar a la madurez.

En los tomates el primer síntoma preciso es un debilitamiento general que no llega a marchitamiento, acompañado del amarillamiento de las hojas tiernas y de la coloración púrpura de las venas. La planta tiene una coloración anormal, a veces plateada. Las hojas se engruesan y se vuelven correosas y quebradizas,

y toda la planta se amarillea y generalmente muere. En plantas gravemente enfermas pueden caerse las flores, no produciéndose ningún fruto, y los que ya se han formado se vuelven de un rojo amarillento, se maduran prematuramente y son raquíticos y de mala calidad.

En la calabaza los síntomas son un tanto semejantes a los de otras cosechas comerciales susceptibles. Si los brotes tiernos se infectan por los saltamontes transportadores del virus tan pronto como salen de la tierra, pueden morir antes de que aparezcan las verdaderas hojas. Las plantas maduras infectadas tienen un nuevo crecimiento raquítico, los internodos se acortan y las hojas pueden enrollarse hacia arriba en los márgenes, siendo característico el levantamiento hacia arriba de las puntas de las hojas. Las flores pueden caerse sin producir frutos y los ya formados son raquíticos. No hay diferencias características de color que permitan la identificación de plantas enfermas y el marchitamiento no es una característica de infección de la hoja rizada en las calabazas.

Los melones cantalú infectados no muestran síntomas precisos. Los retoños infectados se vuelven raquíticos y generalmente mueren, y en las plantas maduras infectadas el crecimiento nuevo es raquítico, los internodos se acortan hacia el extremo de las hojas y éstas pueden encogerse volteándose los márgenes hacia abajo. Las hojas se vuelven enanas y a menudo se secan antes de que se abran los pétalos, ocurriendo un amarillamiento en casos graves.

La espinaca afectada por la hoja rizada sufre de raquitismo y las hojas se arrugan, se enrollan y adquieren una textura más correosa, ocurriendo en algunos casos el amarillamiento de las mismas.

Puede haber variaciones considerables en los síntomas de las plantas infectadas, dependiendo de la raza del virus. La duración del período de incubación y la gravedad de la enfermedad resultante dependen de la edad y condiciones de la planta, su resistencia, virulencia del virus, temperatura, humedad relativa e intensidad de la luz. Las altas temperaturas, la baja humedad relativa y la alta intensidad de la luz aumentan la gravedad de la enfermedad y la proporción de su desarrollo, no deteniéndola los riegos. Las graves epidemias de hoja rizada dependen de varios factores que contribuyen a ella, magnitud y época del movimiento de las generaciones de primavera de los saltamontes, porcentaje de éstos que estén infectados con el virus de la hoja rizada, tamaño y condiciones de las plantas susceptibles cuando ocurre la infección y condiciones de clima.

La Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola desarrolló la primera variedad de remolachas resistentes a la hoja rizada, la U.S.1, que se puso a disposición de los cultivadores en 1934, y desde entonces se han distribuido otras variedades resistentes, constituyendo cada una de ellas una mejora en cuanto a resistencia y adaptación. El desarrollo de variedades de remolacha de azúcar resistentes a la hoja rizada ha disminuido grandemente las pérdidas en las cosechas. Eubanks Carsner y F. V. Owen han contado la historia de la investigación que hizo esto posible en *La Ciencia en la Agricultura,* el "Anuario de Agricultura" de 1943-1947.

El desarrollo de variedades resistentes de remolacha ha hecho costeable de nuevo el cultivo de la remolacha en áreas de la parte occidental de los Estados Unidos de Norteamérica que están afectadas por el saltamontes de la hoja de la remolacha, y aun esas variedades resistentes son susceptibles a la hoja rizada en las primeras etapas de crecimiento, aunque son mucho más resistentes a los daños que las variedades no resistentes que se cultivaban antiguamente, tales como la Old Type. Aunque la amenaza de pérdida de las cosechas de remolacha ha disminuido grandemente, la hoja rizada no ha desaparecido, ya que ha causado graves pérdidas en California, Idaho, Nevada y Utah en años recientes, cuando los grandes movimientos de primavera de los saltamontes de la hoja han

coincidido con la etapa susceptible de retoños de las plantas. Aunque las pérdidas han tenido sólo una extensión local, han causado graves daños a los cultivadores en las áreas afectadas y hay también la posibilidad de que puedan ocurrir razas nuevas y posiblemente más virulentas del virus de la hoja rizada.

Como el saltamontes de la hoja de la remolacha sólo sobrevive en climas secos, probablemente ha llegado al límite de su distribución económica en Norteamérica. Las condiciones generales de clima más bien que sus plantas huéspedes constituyen el factor limitativo en la restricción de una mayor distribución geográfica de este insecto, ya que las plantas huéspedes donde se propaga en verano, invierno y primavera crecen en abundancia fuera de su área económica.

Sólo en dos casos se ha registrado el insecto en los Estados del Este. D. M. DeLong lo encontró reproduciéndose en la verdolaga *(Sesuvium portucastrum)* en Miami, Florida, en 1921, y en 1936, él y K. H. Kadow lo recolectaron del rábano rústico en Collinsville, Illinois.

Puede esperarse uno que otro brote ocasional del insecto y de la enfermedad de la hoja rizada en áreas alejadas de su zona normal, habiendo ocurrido en años anteriores esos brotes en la cuenca de Big Horn, Wyoming, y cerca de Billings, Montana. Esos brotes evidentemente fueron consecuencia de migraciones de larga distancia de los saltamontes a esas áreas, acompañados de condiciones favorables de clima para los insectos durante unos cuantos años. Como la enfermedad necesita del vector para su propagación, queda limitada a las regiones infestadas por el saltamontes de la hoja.

El saltamontes de la hoja de la remolacha pasa el invierno en la etapa adulta principalmente en áreas no cultivadas y sobrepastadas en donde crece la mostaza o alguna otra de las plantas huéspedes. Los insectos son activos y se alimentan durante el invierno siempre que la temperatura lo permita. La hembra desarrolla sus huevos a fines de invierno y la puesta de huevos comienza generalmente al mismo tiempo que las plantas huéspedes inician su crecimiento de primavera. Los huevos se depositan dentro de los tejidos de las hojas y tallos de las plantas y se sabe que una sola hembra que sobrevivió al invierno ha puesto 675 huevos, siendo el promedio entre 300 y 400. Los huevos incuban en 5 a 40 días, dependiendo de la temperatura, y los insectos tiernos o crisálidas brotan de los huevos e inmediatamente comienzan a alimentarse insertando sus picos en los tejidos de la planta y succionando los jugos. Las pequeñas crisálidas son blancas, pero en unas cuantas horas se oscurecen considerablemente, y a medida que crecen mudan su envoltura cinco veces haciéndose más grandes después de cada muda. Las crisálidas más antiguas generalmente están manchadas de rojo y café y después de la quinta muda se vuelven adultos y les nacen alas.

El tiempo requerido para el desarrollo de la crisálida desde que se incuba el insecto hasta que se vuelve adulto es de 3 a 6 semanas. El desarrollo de huevo a adulto requiere de uno a dos meses y las generaciones se extienden considerablemente una en otra. Pueden encontrarse todas las etapas en la misma área de reproducción y a un tiempo mismo en verano, y el saltamontes se reproduce continuamente durante los meses calientes, pudiendo encontrarse crisálidas en cualquier tiempo durante la estación de crecimiento. En el área central del río Columbia en Oregón y Washington, en las llanuras del río Snake al sur de Idaho y en el norte de Utah se producen 3 generaciones en cada estación y en las regiones más calientes de Arizona y California pueden desarrollarse hasta 5 o más generaciones.

La primera generación, de primavera, se produce en las hierbas huéspedes de primavera, principalmente en las mostazas que tienen corta vida y que se maduran y secan aproximadamente al mismo tiempo que la generación de salta-

montes de primavera llega a la etapa adulta o alada. Cuando las condiciones de clima favorecen los vuelos, los saltamontes se cambian a sus huéspedes de verano, cuyo progreso coincide con la maduración de los insectos, que se mueven con el viento e infestan prácticamente todas las plantas huéspedes a su paso. La mayoría de los huéspedes favoritos de verano son hierbas.

La infestación de las plantas de cosecha es incidental a los movimientos de los saltamontes, ya que no las buscan en forma activa sino que infestan cualquier huésped favorable a su paso. Los saltamontes que llegan a las áreas cultivadas descansan primero en los campos más cercanos a las áreas de reproducción de primavera y se mueven gradualmente dentro de las áreas cultivadas. En consecuencia, las remolachas, judías, tomates y otras cosechas susceptibles más próximas a las áreas de reproducción quedan más seriamente infestadas que las que se encuentran más lejos y, por tanto, sufren daños más serios a causa de la hoja rizada. Entre las plantas cultivadas, la remolacha es el único huésped importante para la reproducción, siendo menos favorables la espinaca y acelga suiza. Durante la migración de primavera el saltamontes se alimenta en las judías, melones cantalú, calabazas, tomates y otras cosechas, pero no se reproduce en ellas, y durante esas alimentaciones es cuando las plantas se infectan con el virus de la hoja rizada.

Las plantas huéspedes silvestres del saltamontes ocurren generalmente en grandes manchones esparcidos en áreas bien definidas. Esas áreas, en las que se combinan gran número de plantas huéspedes favorables con las condiciones propicias de clima, producen saltamontes en abundancia. Es muy difícil verificar los vuelos de insectos tan pequeños y hay mucho que desconocemos sobre sus movimientos. Sin embargo, se sabe de modo general que los saltamontes de cualquier área de reproducción infestan las mismas áreas cultivadas un año tras otro.

Todas las áreas de reproducción, a excepción de las que se encuentran a lo largo del Río Grande en New Mexico y Texas, se hallan al oeste de la División Continental, y todas se encuentran en zonas con una precipitación anual promedia no mayor de 12 pulgadas. En todas ellas, a excepción de las áreas de Arizona y del Río Grande, los veranos son secos y la mayor precipitación pluvial ocurre en invierno y primavera. En el sur de Arizona y New Mexico y en el suroeste de Texas hay una precipitación pluvial considerable en invierno y otro período lluvioso a fines del verano. La cantidad y distribución de las lluvias en todas las áreas de reproducción son tales que hacen que la agricultura dependa prácticamente de los riegos. Los veranos son secos y calientes en todas las áreas de reproducción pero los climas de invierno varían grandemente. En las áreas centrales de reproducción del río Columbia en Oregón y Washington y de las llanuras bajas del río Snake en Idaho y este de Oregón y en el oeste de Colorado, norte de Nevada y norte de Utah no son raras las fuertes nevadas y las temperaturas bajo cero. En las áreas de reproducción del Sur la humedad se convierte en lluvia y los inviernos son cortos y fríos.

Las seis áreas de reproducción del saltamontes más importantes son las siguientes: Área 1, valle de San Joaquín en California. Área 2, área de desagüe de la parte baja del río Colorado. Área 3, el área del Río Grande del sur de New Mexico y del oeste de Texas. Área 4, las áreas de reproducción esparcidas en el oeste de Colorado, Nevada y Utah. Área 5, las llanuras bajas del río Snake en Idaho y este de Oregón, y área 6, el centro del río Columbia en Oregón y Washington.

Las áreas de reproducción importantes que afectan la agricultura en el Gran Valle de California están situadas al pie de las colinas en el lado oeste del valle de San Joaquín. Las mayores áreas de invernada y de reproducción en primave-

ra se encuentran en las colinas orientales de la Cadena Costera y las áreas de reproducción de verano se encuentran en el Valle.

Las áreas de reproducción en la zona de desagüe de la parte baja del río Colorado están en el suroeste de Arizona, suroeste de California, sur de Nevada y sur de Utah. Estas son las áreas de reproducción de primavera más extensas en los Estados Unidos de Norteamérica, y los saltamontes que proceden de ellas afectan la agricultura en Arizona, Utah y el oeste de Colorado.

Las áreas de reproducción del oeste de Colorado, norte de Nevada y norte de Utah son pequeñas, localizadas y esparcidas, y los saltamontes que proceden de ellas afectan las cosechas agrícolas adyacentes, encontrándose la más importante dentro de la cuenca del Gran Lago Salado.

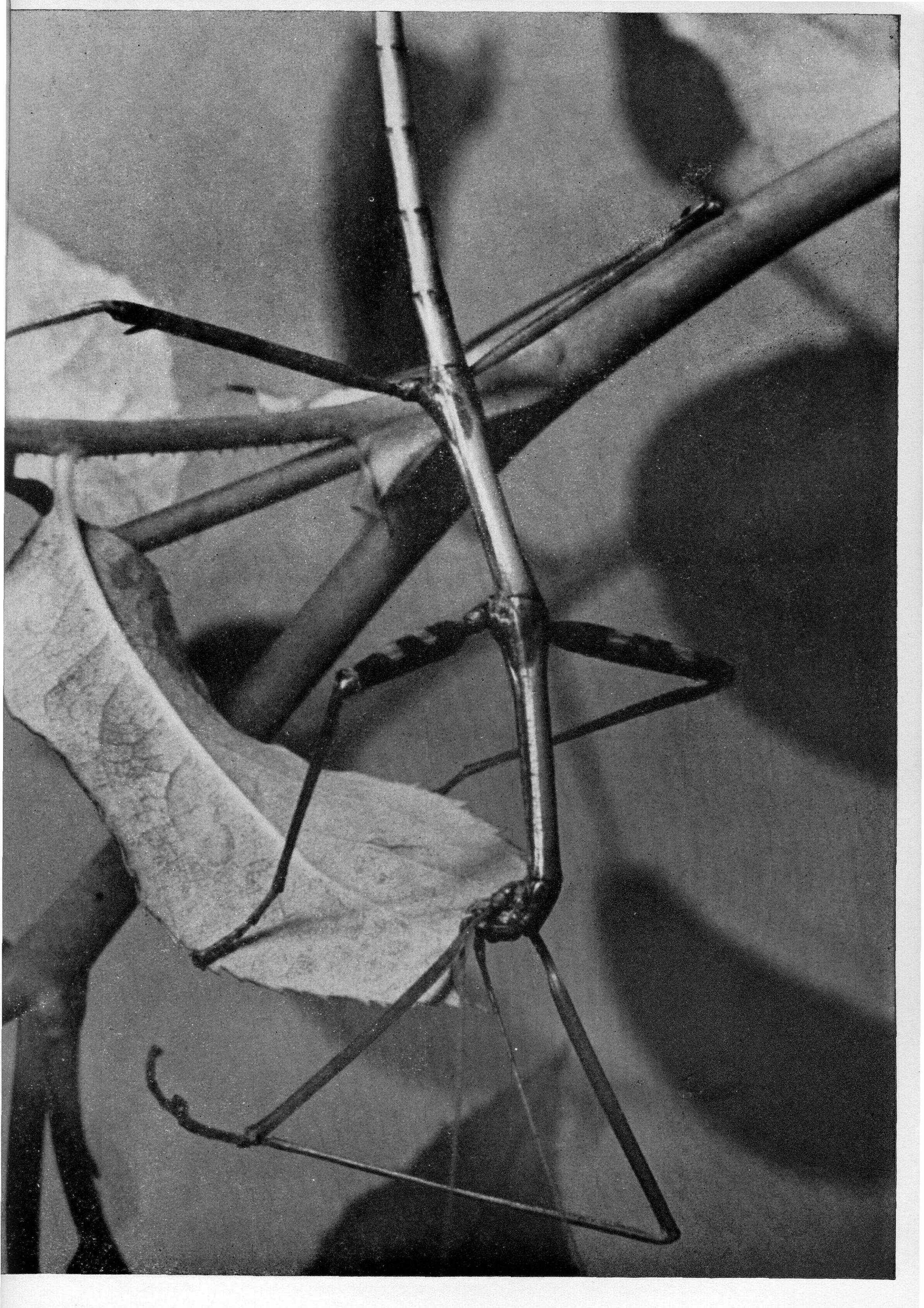
En Idaho y este de Oregón las áreas de reproducción se encuentran en las llanuras del río Snake a alturas aproximadas menores de 4,500 pies, ocurriendo alguna reproducción durante el verano a alturas mayores, pero estas áreas generalmente se repueblan cada primavera. El movimiento de primavera progresa generalmente hacia el Este a través de la llanuras del río Snake.

Las áreas de reproducción de Oregón y Washington quedan en las llanuras secas cubiertas de artemisa de la cuenca del río Columbia desde la presa de Grand Coulee al centro de Oregón. Los saltamontes de estas áreas infestan las remolachas y otras cosechas susceptibles en los valles de Yakima y Walla Walla y otras pequeñas áreas de riego y en algunas estaciones pueden ser arrastrados por el viento a través del cañón del Columbia al valle de Willamette.

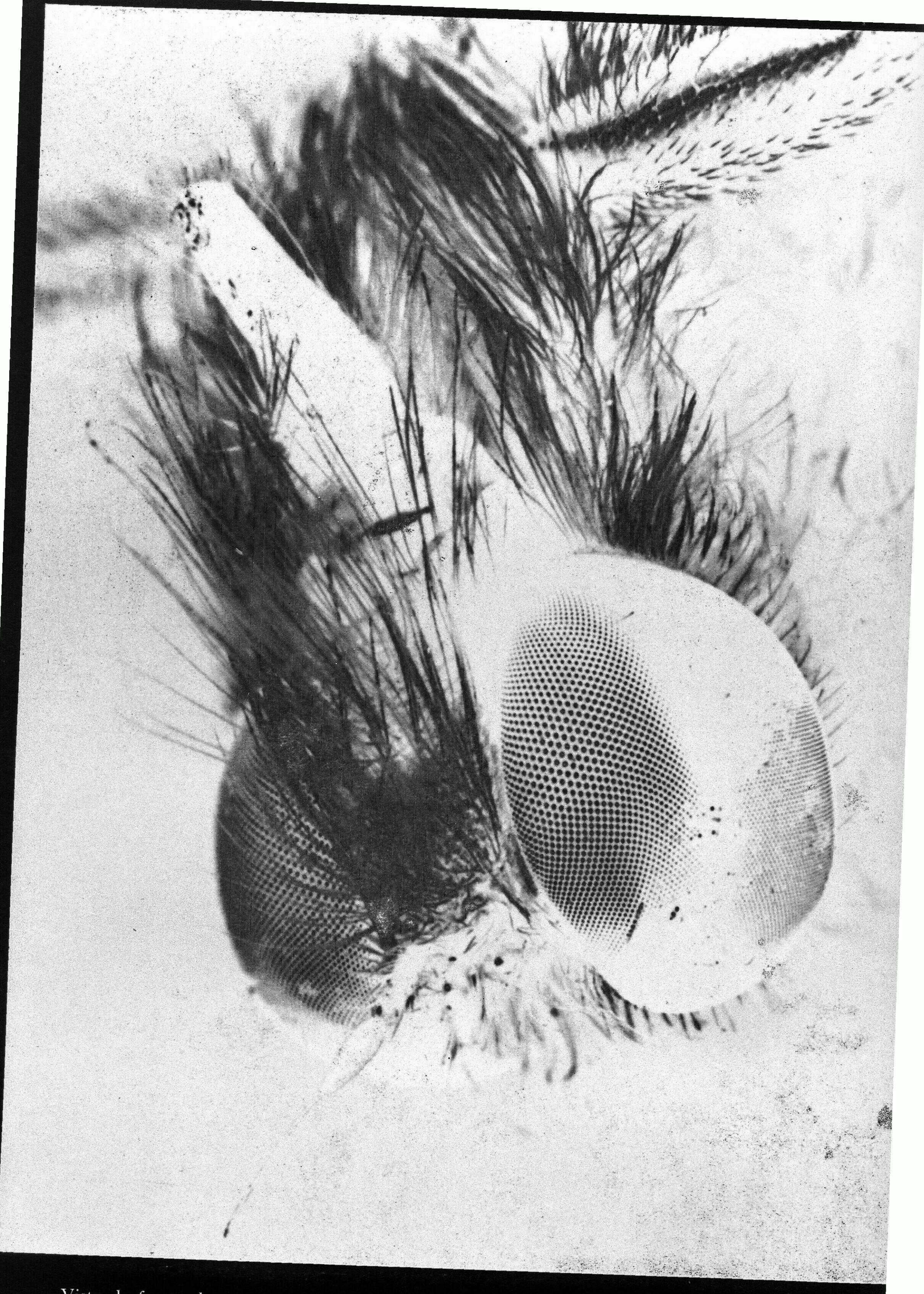
Como el saltamontes no inverna y debe alimentarse cuando las temperaturas lo permiten, necesita una cadena de plantas huéspedes. Las plantas principales en las que pasa el invierno y produce una o más generaciones de primavera en las principales áreas de reproducción son las mostazas. Las principales plantas huéspedes de primavera en las diferentes áreas de reproducción son las siguientes: Área 1, hierba de pimiento *(Lepidium nitidum* y *L. Latipes)*, plátano del desierto *(Plantago insularis, P. fastigiata* y *P. erecta)* y las filarias *(Erodium cicutarium)*. Área 2, hierba de pimiento *(Lepidium lasiocarpum)*, patata *(Monolepis nuttalliana)* y plátano del desierto *(Plantago fastigiata)* Área 3, hierba de pimiento perenne *(Lepidium alyssoides)*. Área 4, filaria, berro de ampolla *(Erysimum repandum)* y mostaza africana *(Malcolmia africana)*. Área 5, hierba de borrilla *(Descurainia sophia)*, mostaza verde *(D. pinnata* especie *filipes)*, hierba de pimiento perfoliada *(Lepidium perfoliatum)* y mostaza silvestre *(Sisymbrium altissimum)*. Área 6, filaria, mostaza silvestre, hierba de borrilla y mostaza verde.

El cardo ruso *(Salsola kali* variedad *tenuifolia)* es la hierba huésped de verano más importante para el saltamontes en el oeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Otras plantas huéspedes de verano importantes en las diversas áreas de reproducción son las siguientes: Área 1, bráctea de escamas *(Atriplex bracteosa)* y hierba de niebla *(A. expansa)*. Áreas 2 y 3, hierba de pulgón *(Pectis papposa), Tidestromia languinosa* y *Trianthema portulacastrum*. Área 3, *Acanthochiton wrightii*. Áreas 4, 5 y 6, hierba ahogadora *(Bassia hyssopifolia)*. En California, Idaho, Montana, Nevada, Utah y Wyoming, el halogeton introducido recientemente *(Halogeton glomaratus)*, que es venenoso para el ganado, es también un huésped de verano. La mostaza siberiana *(Chrispora tenella)* y la kochia *(Kochia scoparia)* han invadido las áreas de reproducción del sureste de Idaho, lo que da importancia al hecho de que el saltamontes de la hoja de la remolacha y el problema de la hoja rizada no son estáticos y que el complejo de plantas huéspedes, tanto para el saltamontes como para la hoja rizada, está cambiando constantemente.

Cuando los huéspedes de verano se maduran y secan en otoño el saltamontes se cambia a sus huéspedes de invierno, y si las hierbas huéspedes de verano se



Uno de los insectos de Norteamérica llamados bastones ambulantes. En los trópicos esos insectos son de gran tamaño y toman las formas más raras.



Vista de frente de una mosca ladrona, que a veces se finge muerta para escapar a sus enemigos. Las fotografías anteriores fueron tomadas por Edwin Way Teale.

secan antes de que germinen los huéspedes de invierno, los saltamontes pueden verse forzados a alimentarse en plantas perennes y en arbustos que constituyen la única vegetación verde disponible hasta que germinan las anuales de invierno. Estas plantas alimenticias temporales varían en las diferentes zonas reproductoras como sigue: Área 1, hierba salada del desierto *(Atriplex polycarpa)*, hierba salada espinosa *(A. spinifera* y *Lepidospartum squamatum)*. Área 2, hierba creosotada *(Larrea tridentata)*, artemisa de cardo *(Franseria dumosa)*, mezquite *(Prosopis juliflora)* y euforbio (especies de *Euphorbia)*. Área 3, hierba creosotada, hierba salada y hierba de víbora (especies *Gutierresia)*. Área 4, artemisa *(Artemisa tridentata)*, hierba de conejo (especies *Chrysothamnus)* y hierba de víbora. Áreas 5 y 6, artemisa y hierba de conejo. Si los huéspedes de verano se secan antes de que germinen los de invierno puede ocurrir una gran mortandad de los insectos, y si los huéspedes de invierno germinan antes de que los de verano se sequen o mueran debido a las heladas, la mortandad se disminuye grandemente y enormes poblaciones de saltamontes comienzan a invernar.

De las 16 especies importantes de hierbas huéspedes de primavera y verano del saltamontes de la hoja que se citaron para las áreas 1, 2 y 3, sólo la filaria y el cardo ruso son especies introducidas. En las áreas 4, 5 y 6 sólo la mostaza verde es nativa, siendo las demás plantas introducidas que se han establecido en tierras abandonadas, descuidadas y deterioradas.

Evidentemente la distribución geográfica del saltamontes de la hoja se limitó alguna vez a las regiones áridas y más calientes del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica, pero se han propagado más al Norte a medida que se han establecido las hierbas huéspedes introducidas, y es interesante notar que los primeros brotes de la hoja rizada en California ocurrieron después de que el cardo ruso se había establecido en ese Estado. Las investigaciones posteriores han demostrado que los brotes quedan influenciados por la abundancia del cardo ruso en el valle de San Joaquín en California, en las llanuras del río Snake en Idaho, en el área central del río Columbia en Oregón y Washington y en menor grado en Arizona, Colorado, Nuevo México, Texas y Utah.

Después de que se abandonan los campos o que quedan sobrepastadas las praderas, los invaden una serie de plantas. Vienen primero las hierbas anuales que tienen poco valor como forrajes, seguidas de algunos céspedes anuales. Después, si no ocurre ningún estorbo, a esas condiciones siguen los céspedes y arbustos perennes nativos. En el sur de Idaho el orden de estos cambios es el siguiente: primero cardo ruso, segundo mostaza y tercero pelusilla, una hierba anual introducida que no es huésped del saltamontes de la hoja. Nuestras observaciones indican que los fuegos de pradera se originan generalmente en áreas donde la pelusilla constituye la cosecha de relleno o cuando se establece en áreas decaídas de artemisa en tal cantidad que ayude a los incendios. Durante la estación de incendios, constituye el mayor riesgo de fuego en la región montañosa, ya que arde como yesca. Si se quema en condiciones favorables, puede resembrarse ella misma y formar de nuevo el relleno, pero en condiciones desfavorables de erosión debida al viento o cuando la aplasta el ganado pueden aparecer mostazas, especialmente mostazas silvestres y cardo ruso. El cambio de las mostazas y cardo ruso a la pelusilla, y viceversa, puede continuar en un ciclo interminable. En las áreas incendiadas las mostazas generalmente aparecen primero y luego la pelusilla, pero cuando hay otros obstáculos aparece el cardo ruso o la tierra permanece desnuda de toda vegetación. Los plantíos combinados de cardo ruso y mostazas forman la combinación más importante de hierbas huéspedes para la reproducción del saltamontes, ya que éste puede invernar y reproducir sus generaciones de primavera y verano en la misma área.

Muchos saltamontes mueren cada año en su distribución geográfica

debido a los insectos parásitos y de presa que los atacan en todas sus etapas y que constituyen un factor evidente en la disminución de sus poblaciones en las áreas de reproducción. Se destruyen gran cantidad de huevos debido a las diminutas avispas parásitas que se desarrollan dentro de ellos y tres grupos de parásitos internos atacan las crisálidas y adultos del saltamontes, las moscas de ojo grande *(Dorylaideas)*, las avispas parásitas *(Drinidias)* y los parásitos de alas retorcidas *(Strepsípteros)*. Las moscas y las avispas depositan sus huevos dentro del saltamontes o encima de él y las larvas resultantes se desarrollan dentro del insecto o parcialmente dentro de su cuerpo. Al llegar a la madurez las larvas abandonan los saltamontes causando su muerte. El parásito de ala retorcida se desarrolla en forma diferente, ya que la hembra permanece dentro del saltamontes durante toda su vida y produce progenies vivientes. Las pequeñas larvas se escapan y se adhieren al primer saltamontes que encuentran penetrando en su cuerpo, siendo rara vez de importancia porque las probabilidades de que encuentren un saltamontes en el que puedan desarrollarse son escasas. La tendencia del saltamontes a moverse de un huésped a otro durante la estación aparentemente disminuye el efecto de estos parásitos.

Hay varias especies de escarabajos de presa, uno de los cuales es el escarabajo de ojos saltones *(Geocoris pallens)*, que destruyen gran número de insectos, succionando sus jugos vitales. Las arañas, lagartijas y pájaros disminuyen también el número de los insectos, y el ganado que pasta, especialmente las ovejas, destruyen muchos huevos en las plantas en las que se alimentan.

La reducción de la infección de la hoja rizada en las cosechas susceptibles reprimiendo los saltamontes por medio de insecticidas es un problema difícil, porque la continua infección de las cosechas ocurre por medio de reinfestaciones durante el período susceptible.

Las aplicaciones de DDT disminuirán las cantidades de saltamontes si tienen una buena toxicidad residual, pero no evitarán la alimentación de todos los saltamontes que reinfestan los campos. En los casos en que esa reinfestación ocurre durante períodos de 2 a 3 semanas, las aplicaciones de DDT y otros insecticidas a las plantas de tomate no han disminuido la incidencia de la hoja rizada. La siembra de tomates en doble surco ha dado una protección limitada contra la hoja rizada en las infestaciones moderadas o altas de saltamontes en Utah. En otros casos en que generalmente no ocurren reinfestaciones, como en los campos de remolacha para semilla, una sola aplicación de DDT en el otoño ha dado resultados para la represión de la hoja rizada.

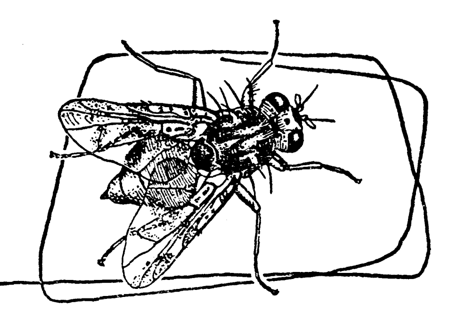
Se han desarrollado otras medidas de represión. Primeramente se determinaron las principales plantas huéspedes de este insecto y se estudiaron métodos para reemplazarlas con hierbas perennes que no fueran huéspedes. El reemplazo de hierbas huéspedes por hierbas perennes puede obtenerse mejor resembrando las áreas abandonadas y quemadas. Si se encuentran todavía hierbas perennes nativas la protección contra el pasto excesivo producirá los mismos resultados. Como las hierbas perennes se conservan verdes hasta tarde en la estación, no constituyen riesgo de incendio si se les compara con la pelusilla.

El segundo método es la represión química del saltamontes de la hoja en las áreas de hierbas huéspedes.

J. R. DOUGLAS, *nativo de South Carolina, hizo su aprendizaje de entomología en el Colegio Agrícola de Clemson, en el Colegio Agrícola del Estado de Kansas, en la Universidad de Cornell y en la Universidad del Estado de Ohio. Ha estado con el Departamento de Agricultura desde 1921, y de 1923 a 1934 estuvo a cargo del laboratorio en Estancia, Nuevo México, haciendo investigaciones sobre los insectos que atacan las judías en el Suroeste, y desde 1935 ha tenido a su cargo el laboratorio de Twin Falls, Idaho.*

WILLIAM C. COOK *se graduó en la Universidad de Cornell y recibió un doctorado de la Universidad de Minnesota. Ha sido entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1930, y antes de esa fecha estuvo empleado en la Estación Agrícola Experimental de Montana efectuando trabajos sobre las lombrices cortadas, especialmente la lombriz cortada pálida del Oeste. Desde 1930 a 1943 estuvo en California estudiando el saltamontes de la remolacha, y ha residido desde este último año en Walla Walla, Washington, estudiando las lombrices cilíndricas y el áfido del chícharo.*

Los insectos de las frutas



La mosca oriental de la fruta

Walter Carter

AL HACER observaciones de rutina sobre la mosca mediterránea de la fruta en mayo de 1946, Mabel Chong, miembro del personal de entomólogos del Territorio de Hawaii, notó que había una mosca extraña en su colección. Esa mosca extraña era la *Dacus dorsalis,* la mosca oriental de la fruta. Pronto fue evidente que la nueva inmigrante estaba completamente establecida en las principales islas del sistema de las Hawaii.

En dos años se convirtió en una de las principales plagas de casi todas las variedades económicas de fruta en las islas. Se encontró también en muchas frutas y bayas silvestres y llegó a invadir las frutas expuestas dentro de los almacenes y a depositar sus huevos en las frutas importadas. Algunas flores de jardín, incluyendo las orquídeas, atraían hordas de las moscas.

La mosca oriental de la fruta es un insecto atractivo, de alas transparentes y aproximadamente del tamaño de la mosca doméstica. Su cuerpo es de color café claro con marcas de color amarillo brillante en su sección media o tórax. La hembra tiene un órgano largo para depositar sus huevos, que sobresale del extremo del abdomen.

La fruta se perfora con este órgano y los huevos pasan a través de él a los tejidos que se encuentran bajo la superficie. Los huevos se depositan en grupos y muchas hembras distintas pueden usar la misma perforación para depositar sus huevos.

Después de que transcurren dos días, dependiendo de la temperatura, los huevos incuban, y de ellos salen larvas blancas y sin patas que comienzan a alimentarse en la fruta, en la que pronto se inicia la descomposición. Las larvas pasan a través de tres etapas de crecimiento aproximadamente en 10 días antes de que abandonen la fruta y entren a la tierra para convertirse en crisálidas. Rara vez ocurren crisálidas en la fruta si ésta permanece en los árboles. La crisálida está envuelta en una cubierta cilíndrica de color café, y esta etapa de reposo en la vida del insecto dura de 8 a 12 días. Las bajas temperaturas afectan marcadamente la duración de la etapa de crisálida. Al salir, la mosca adulta no ha alcanzado su madurez sexual, pero a temperaturas normales lo consigue en 6 a 10 días. La vida adulta de la mosca está condicionada por tantos factores que es difícil precisar una longevidad normal. Las moscas conservadas a un alto nivel de nutrición y completamente activas tienen más corta vida que las que se conservan a bajas temperaturas y dietas menos nutritivas. Una hembra totalmente activa probablemente tenga una vida normal aproximada de un mes.

Los daños que causan las moscas son de tres clases: el primero es la disminución de calidad causada por las perforaciones, que estropean el aspecto de la fruta y que pueden ocurrir en muchas frutas que no favorecen el completo desarrollo de la mosca; el segundo consiste en que puede perderse toda la fruta debido a los daños de las larvas y a la descomposición resultante, y el tercero, que en sí es una pérdida indirecta, resulta de las cuarentenas establecidas en las áreas infestadas para evitar la diseminación de la mosca.

Se emprendió prontamente una campaña contra la mosca por agencias territoriales y privadas, y como en Hawaii ha sido tradicional la represión de plagas de insectos por medio de parásitos e insectos de presa, se dio atención primordial al método biológico. La Junta de Agricultura y Silvicultura inició los trabajos en 1947 y los incrementó en 1948 y un programa cooperativo reunió los recursos de la Estación Agrícola Experimental de Hawaii, la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y los de dos instituciones privadas de investigación, la Estación Experimental de la Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Hawaii y el Instituto de Investigaciones de la Piña de Hawaii.

Los intereses agrícolas de California se habían alarmado seriamente y en 1948 un comité de la legislatura de California visitó Hawaii, volviendo a California con el convencimiento de que la situación tenía graves implicaciones para la agricultura de nuestra área continental.

Mientras tanto, las depredaciones de la mosca causaron el máximo de pérdidas económicas cuando las flores de la orquídea *Vanda Miss Joaquim* quedaron infestadas con sus huevos, declarándose un embargo contra los envíos de esta flor y, como medida de precaución, contra las demás especies de *Vanda.* La industria de las orquídeas había llegado a tener gran importancia en Hawaii y su abrupta terminación señaló la necesidad de efectuar trabajos más científicos sobre el problema de la mosca de la fruta.

El 1º de julio de 1949 quedaron disponibles los fondos suministrados por el Congreso, además de los provenientes de la Ley sobre Investigaciones y Mercados. La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas procedió a reunir su numeroso personal en Hawaii y el Estado de California contribuyó para las investigaciones tanto en Hawaii como en California, quedando disponibles las importantes contribuciones de las agencias territoriales para un ataque concentrado.

Cuando un insecto nuevo llega a cierta localidad y sigue el comportamiento típico de esos recién llegados en un medio favorable y sin ser molestado por los parásitos, un programa de investigación debe atacar el problema desde todos los ángulos prácticos. La consideración del problema de Hawaii parecía ofrecer cinco posibilidades: represión biológica, represión química, represión de áreas, ecología-biología y tratamientos de los productos. Se asignó un grupo para trabajar en cada uno de esos aspectos y más tarde se inició un programa sobre fisiología de insectos.

Indiscutiblemente la mayoría de las investigaciones cooperativas se efectúa en beneficio de la agricultura del área continental de este país. Esperamos que los programas de represión biológica proporcionen ayuda inmediata en Hawaii, pero esos proyectos, al reducir las cantidades de moscas, ayudarán a disminuir la probabilidad de que algunos insectos inmigrantes lleguen a nuestra área continental y proporcionarán también un recipiente de insectos benéfico en las frutas locales que estarán listos para usarse si se descubriera una infestación en el área continental de nuestro país.

Los tratamientos de los productos tienen también un valor inmediato para la economía de Hawaii, aunque pocos artículos ocurren en cantidad o calidad suficientes para la exportación. Indudablemente el éxito de esos tratamientos

influirá sobre la futura producción de artículos agrícolas tales como papayas, ya que desde antes de que se aprobaran los primeros tratamientos de productos había poco incentivo para que los pequeños agricultores contribuyeran a la exportación. Los tratamientos de productos, sin embargo, serán de mayor valor para cualquier área de nuestro país que se encuentre infestada y cuyas frutas tengan que tratarse antes de embarcarse.

El programa de represión química está destinado principalmente a proporcionar un campo de pruebas para los insecticidas conocidos y los de reciente descubrimiento contra este insecto, y esos datos serán esenciales para los dueños de huertos y otros productores del área continental en caso de que la mosca llegara a ella.

La represión de áreas está destinada primordialmente al desarrollo de técnicas de emergencia en gran escala y a los equipos y métodos de aplicación para combatir una infestación en el área continental.

El fin principal del programa de ecología-biología es el estudio de los efectos del clima en los insectos que permita una predicción cuidadosa de la posible distribución de la mosca en el área continental. En caso de ocurrir una infestación los datos ayudarán al establecimiento de áreas de protección, lo que contribuirá grandemente al libre movimiento de los artículos.

Las palabras ecología-biología requieren alguna explicación. La ecología se ocupa principalmente del estudio del insecto en su medio o vecindad natural. La biología tiene por objeto cubrir en detalle la historia vital del insecto como se estudia en el laboratorio. Toda la ecología es biología y toda la buena biología reconoce la necesidad de interpretar datos en términos del medio de los insectos.

En la naturaleza, la mosca se alimenta de la miel que depositan otros insectos y en la fruta en descomposición destruida por los micro-organismos. Los ligeros cambios en la composición de la dieta de los insectos, especialmente en sus constituyentes proteínicos y vitamínicos, puede afectar profundamente su capacidad de producir huevos. Por ejemplo, las moscas alimentadas en un laboratorio con una dieta compuesta de papaya macerada, miel y levadura pusieron un total de 655 huevos, comparado con 21,538 huevos depositados por el mismo número de moscas alimentadas con la misma dieta básica adicionada de una fuente de proteínas y vitaminas. Una hembra en este último grupo produjo 3,062 huevos. La dieta afecta también el lapso de tiempo necesario para que la mosca desarrolle sus huevos. En el grupo de dieta básica ese lapso fue de 21 a 71 días y en el grupo de la dieta fortificada, de 6 a 14 días.

Se ha experimentado con las frutas de California como huéspedes de la mosca, estudio que tiene una importancia crítica si se trata de evaluar debidamente la significación de una infestación incipiente del insecto en California.

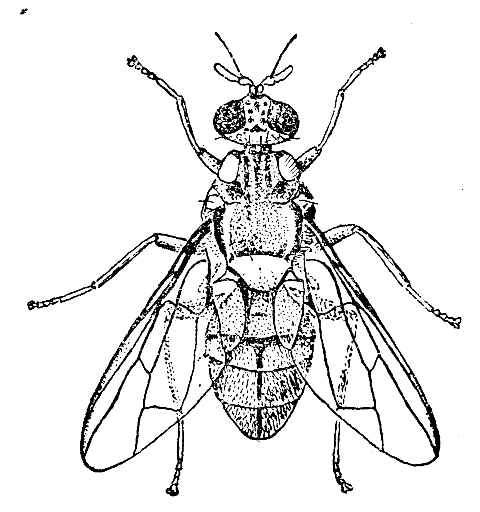
Por ejemplo, algunas variedades de ciruelos son muy susceptibles mientras que otras no lo son. Las cápsulas de algodón en su etapa tierna y firme son susceptibles. Las frutas cítricas tienen un fuerte atractivo para las hembras que ponen huevos, pero ocurre un escaso desarrollo de larvas en ellas, siendo probable que las partes fibrosas interiores de las frutas cítricas interfieran con el progreso de las larvas dentro de la pulpa. Aparentemente las frutas cítricas no son buenos huéspedes y no es probable que sean responsables del desarrollo de grandes cantidades de moscas. Las manzanas se infestan también gravemente, pero son malos huéspedes para las larvas, probablemente debido a que se pudren lentamente.

El huésped ideal es aquel que es carnoso y suculento, con una epidermis firme pero no demasiado gruesa cuando se desarrolla más allá de la etapa inicial prematura. Los golpes y los daños hacen a veces un buen huésped de uno malo. Se han registrado más de 150 huéspedes hawaiianos, y cuando se encuentran

presentes grandes cantidades de moscas, el impulso de poner huevos es terrible, depositándose éstos en los lugares más extraños: una pelota de *ping-pong* con unos cuantos piquetes de alfiler, el agujero de un nudo de la madera en un muro y hasta el dedo de un entomólogo. Los registros de huéspedes, por tanto, requieren una evaluación cuidadosa, especialmente cuando pueden resultar serias consecuencias económicas.

La orquídea *Vanda Miss Joaquim* y su registro como huésped constituye un notable ejemplo de la necesidad de una cuidadosa evaluación. Se han encontrado huevos en esas flores, y en circunstancias especiales se han desarrollado larvas en ellas. Como resultado, se decretó un embargo en su contra en el área continental por la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Más tarde se permitió la entrada de las flores después de fumigarlas, y los estudios subsecuentes han demostrado que la flor comercial no constituye ningún riesgo, ya que las larvas sólo podrían desarrollarse en los botones cerrados que se conservaran en una atmósfera saturada hasta que se pudrieran. Cuando se descubrió esto se suspendieron los requisitos de fumigación.

La guayaba es la fruta huésped más importante en las islas. Cubre muchos miles de acres de tierras accidentadas y es responsable de gran parte de las infestaciones de las moscas. Produce abundantes frutos y las dos temporadas principales de fructificación cada año suministran una abundancia de fruta tardía que las une. Es una fruta huésped ideal, y en ausencia de parasitismos u otros factores adversos, pueden producir enormes poblaciones de moscas. Un control biológico de la fructificación de la guayaba sería de gran importancia para la represión de la mosca oriental de la fruta, pero el reciente incremento de las poblaciones de parásitos ha hecho innecesaria una medida tan drástica.



Mosca oriental de la fruta.

Las masas montañosas de Hawaii ofrecen la oportunidad de estudiar el insecto en condiciones que difieren grandemente. Se han establecido estaciones ecológicas de campo en las islas de Maui y Hawaii a alturas desde 40 pies, que tienen el clima suave a igualmente típico de las tierras bajas, pasando por las zonas más templadas, en donde son comunes las frutas y cítricos deciduos, hasta los altos declives montañosos barridos por el viento a 9,200 pies, en donde sólo existen plantas alpinas y arbustos raquíticos.

La precipitación pluvial tiene grandes variaciones entre las estaciones, siendo desde menos de 20 hasta más de 300 pulgadas anuales, y más de una estación queda envuelta por las espesas nieblas de las montañas en forma regular cada día.

La temperatura y la disponibilidad de huéspedes resaltan en estos estudios como dos de los principales factores limitativos. A más de 3,500 pies de altura se notan los efectos de la baja temperatura. La actividad de las moscas disminuye grandemente en las estaciones más altas y frías, pero viven más tiempo que en las estaciones más bajas y calientes.

En Haleakala (9,200 pies) el período de larvas se prolonga a 31 días comparado con 28 días en Pohakuloa (6,500 pies) y 10 días en Hilo (50 pies). Las crisálidas son altamente susceptibles a las bajas temperaturas. En las estaciones

más altas no ocurre ningún brote a menos que la temperatura se eleve a más de 61° F. Esto contrasta con la mosca mediterránea de la fruta, que tiene un límite de temperatura de 56° para su salida.) La temperatura afecta también en forma considerable la puesta de huevos, que deja de ocurrir a alturas mayores en invierno, y aun con dietas abundantemente fortificadas, el período de tiempo antes de que comiencen a depositarse los huevos en verano se prolonga considerablemente. Muchas zonas del área continental tienen condiciones de temperatura más rigurosas que las registradas en Hawaii.

La disponibilidad de huéspedes puede limitar el desarrollo de grandes poblaciones de moscas a aquellas alturas en que las temperaturas son favorables. La situación ideal para la mosca es una sucesión de huéspedes durante toda la estación, ya que una interrupción en esta cadena significa que sólo los insectos que sobrevivan hasta que haya un nuevo huésped disponible pueden infestar los huéspedes que aparecen más tarde. La disponibilidad de huéspedes afecta las cantidades de poblaciones de moscas en Hawaii, pero a alturas más bajas siempre hay suficientes huéspedes incidentales que permiten la supervivencia de la mosca.

La forma ideal para precisar si la mosca sobreviviría en las condiciones de clima de diferentes lugares del área continental de los Estados Unidos de Norteamérica sería establecer colonias de las moscas en ellos y estudiarlas en esos medios específicos, lo que naturalmente es imposible. A fin de determinar las posibilidades de supervivencia de la mosca en cualquiera de las áreas productoras de fruta más probables en el área continental, se ha desarrollado un método especial que permite la duplicación de las temperaturas y humedad del área continental en un gabinete tan grande que las moscas puedan conservarse bajo condiciones adecuadas para su supervivencia si el clima lo permite. Estos gabinetes bio-climatológicos, como se les llama, han estado funcionando desde 1951 y los datos obtenidos en los primeros estudios indican que es factible planear la distribución posible y probable de la mosca en el área continental de los Estados Unidos de Norteamerica, y si ocurriera una infestación incipiente en cualquiera de esas áreas los planos preparados en esa forma serían de gran valor para determinar las zonas de protección, lo que facilitaría también el establecimiento de cuarentenas.

La represión de plagas de insectos por medio de otros insectos es una práctica común en Hawaii en donde se han obtenido éxitos notables. Esta técnica está altamente especializada. Primeramente hay necesidad de precisar el área nativa de la plaga de insectos, porque en esa área es más probable encontrar los insectos enemigos. El siguiente paso consiste en la exploración. Los exploradores necesitan tener conocimientos científicos, pericia, y la capacidad de llevarse bien con la gente, debiendo estar acostumbrados a alimentos raros y a menudo inadecuados, teniendo que quedar expuestos a muchas enfermedades tropicales.

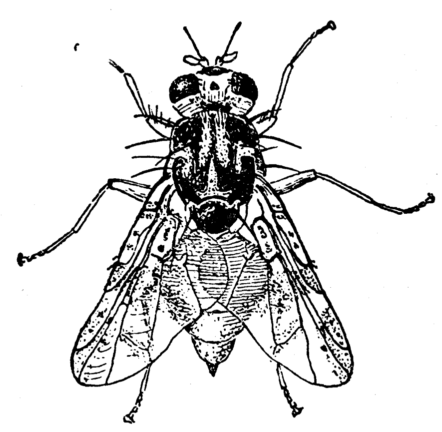
Las colecciones de crisálidas de la mosca de la fruta hechas en sus lugares nativos se envían rápidamente por avión a Honolulú, en donde se colocan sin demora en lugares de cuarentena, conservándose en ellos bajo una rígida inspección hasta que salen las moscas de la fruta y los parásitos.

Los hábitos de los parásitos se estudian entonces intensamente, debiendo determinarse para atacar la mosca de la fruta, pero no otros parásitos. Esta es una operación crítica, ya que las ligeras variaciones de técnica pueden significar a menudo la diferencia entre el éxito y el fracaso en su reproducción. El taxonomista tiene un papel importante, porque muchas de las especies de parásitos son semejantes de aspecto pero diferentes en sus hábitos y una especie tiene que separarse de la otra a fin de que sólo se estudien cultivos puros.

Cuando se precisa que sólo son primarios o capaces de atacar únicamente

a la mosca de la fruta, se sujetan a reproducción en gran número en el laboratorio y luego se sueltan en los campos en las frutas gravemente infestadas. Se mantiene una estrecha vigilancia en los puntos de liberación y más tarde la recuperación de parásitos es una prueba de su establecimiento en los campos.

Se comenzó la exploración en 1947 cuando la Junta Territorial de Agricultura y Silvicultura hizo arreglos con Leopoldo B. Huichanco, del Colegio de Agricultura de las Filipinas, para que enviara ejemplares de la mosca de la fruta a Hawaii. Más tarde U. C. Chock, un entomólogo del personal de la Junta Territorial, cambió sus oficinas al Colegio de Los Baños mientras exploraba el área para encontrar material adicional y logró llevar a Hawaii un escarabajo predatorio *(Thyreocephalus albertisi)*, en donde se reprodujo con éxito y se soltó en los campos.



Mosca mediterránea de la fruta.

Noel L. R. Krauss, otro entomólogo de la Junta Territorial de Agricultura y Silvicultura, fue enviado a Malaya en mayo de 1948, y durante los siguientes once meses mandó a Honolulú 85 envíos conteniendo casi 340,000 cubiertas de crisálidas de la mosca de la fruta, de las que salieron unos 19,000 parásitos adultos de ese insecto, de unas 14 especies diferentes.

El éxito inicial alentó grandemente el interés de los trabajos y se ha extendido la exploración a todas las áreas tropicales del mundo.

Los resultados han sido buenos. Se han recibido y reproducido más de dos millones de cubiertas de crisálidas en 465 envíos y de ellos se han obtenido unos 106,000 parásitos, por lo menos de 40 especies diferentes. Muchos de esos parásitos no pudieron propagarse en la mosca oriental de la fruta y algunos otros que se han soltado no han podido recuperarse todavía.

Hasta la fecha, las especies benéficas han venido de Malaya en las primeras colecciones hechas por Krauss. Cuatro especies están bien establecidas y las pruebas de campo demuestran que están reduciendo considerablemente la cantidad de las moscas de las frutas y el número de frutas infestadas. Es todavía demasiado temprano para saber en qué niveles se estabilizarán las poblaciones de moscas o cuáles serán los papeles relativos de los parásitos introducidos y de los factores de represión biológica ya establecidos, tales como las hormigas.

El programa de represión química tiene como objetivo la represión de la mosca de la fruta por medio de insecticidas que pueden emplearse como rocíos contra las moscas adultas o como rocíos residuales para matar las que pudieran nacer más tarde. La información obtenida se empleará principalmente en el área continental.

Otro medio directo es el empleo de insecticidas de la tierra, que aprovecharían el hábito de la mosca de penetrar en ella hacia el fin de la etapa de larva.

Los métodos indirectos de represión química que se desarrollarán incluyen el empleo de señuelos y repelentes que atraerán las moscas a los rocíos venenosos o que evitarán que infesten las frutas.

Los métodos disponibles para este programa están bien normalizados, pero bajo las condiciones existentes en Hawaii tienen que modificarse esas normas.

Los huertos, como los entendemos generalmente, son raros en Hawaii. Es casi imposible encontrar allá filas bien ordenadas de árboles regularmente espaciados.

Se ha empleado con éxito una plantación de plátanos para experimentos con insecticidas, a pesar de la siembra a corta distancia, del inconveniente de los canales y de los caminos angostos, que hicieron necesario un tractor para sacar las máquinas rociadoras inmovilizadas en el lodo. La mayor aproximación a un experimento normal de huerto se obtuvo abriendo senderos con una conformadora en una área de guayabas silvestres a fin de que pudiera establecerse una serie de parcelas.

Los experimentos con nuevos insecticidas han constituido un preliminar importante en los experimentos de campo. Generalmente se añade una cantidad determinada del insecticida a un pequeño trozo de papel secante en el fondo de una diminuta jaula de alambre. Se introducen luego las moscas a la jaula y se exponen a los efectos de la sustancia al tocarla o al recibir sus vapores.

Se han probado más de 250 compuestos, muchos de ellos sintetizados recientemente por la división de investigación de insecticidas en Beltsville, Maryland. Los nuevos insecticidas orgánicos han demostrado ser muy útiles en esos estudios, y todos los que han resultado eficaces están comprendidos en esa categoría.

El DDT, parathion, dieldrina, aldrina y Dilan son eficaces en diversos grados. A causa de su prolongada toxicidad residual, el DDT es probablemente uno de los más prácticos. El parathion es muy eficaz, y es tan tóxico para las moscas que sus residuos, aunque ínfimos, todavía producen efectos tres semanas después de su aplicación.

La dieta parece afectar la resistencia de las moscas a los insecticidas. Las moscas alimentadas con una dieta rica en proteínas y vitaminas pueden resistir aun las sustancias más tóxicas. Las moscas alimentadas con una dieta ordinaria de pulpa de fruta, azúcar y agua mostraron una mortalidad de 66% mayor después de 48 horas de exposición a una parte de parathion en 200,000 de agua, mientras que sólo murieron 1% de las moscas alimentadas con proteínas.

Algunos insecticidas son más tóxicos que otros para los parásitos de las moscas de la fruta, y esto es muy significativo en Hawaii, en donde los insectos benéficos son de gran importancia, haciendo que se diera una consideración semejante al problema si alguna vez es necesario tratar de establecer esos parásitos en el área continental.

Se han diseñado señuelos que atraen a los machos de las moscas a grandes distancias. Uno de ellos es un líquido claro, el eugenol de metilo, habiéndose capturado más de un millón de machos de la mosca en 45 trampas de julio a septiembre de 1950. Algunos de ellos fueron atraídos al señuelo desde una distancia de media milla y el empleo de ese señuelo, envenenado con parathion, es un medio efectivo de librar cualquier área de los machos de las moscas.

Los cebos fermentados tales como una combinación de azúcar y levadura atraen a las hembras de las moscas, y se han desarrollado nuevos señuelos que son seis veces más eficaces que los antiguos, primero de un hidrolizado de proteína y más tarde empleando complejo de vitamina B. El siguiente paso consistirá en probar los constituyentes del complejo para aumentar aún más su eficacia, si esto es posible, y para disminuir los costos. Un programa eficaz de extirpación o un programa de rocío de los huertos en caso de que la mosca se establezca en forma permanente obtendría grandes beneficios de los señuelos que pueden añadirse a los rocíos envenenados.

El programa de represión de área está estrechamente relacionado con la represión química. Teóricamente, la represión de área seguiría muy de cerca una represión química bien proyectada, pero no podrían tolerarse demoras en caso de que hubiera necesidad de emplear métodos de represión en gran escala para usarse en el área continental. La represión de área tiene sólo un fin, el

preparar técnicas y métodos que permitan detener y extirpar una infestación incipiente.

En Hawaii es posible desarrollar técnicas y métodos sólo porque no es factible intentar la extirpación. Aun las operaciones que cubrieran toda una isla no extirparían la mosca debido a su capacidad de emigrar a grandes distancias.

Se han obtenido datos sobre los movimientos de la mosca soltando moscas marcadas y recapturándolas después. Se puso un punto de color en el tórax de las moscas que se habían congelado previamente para permitir su fácil manejo. Se han recolectado machos marcados de las moscas a 20 millas del punto donde se soltaron y las moscas han cruzado un estrecho de 9 millas de ancho. Evidentemente se mueven de un lado a otro en cada isla y posiblemente en más de una isla, y pueden transportarse a grandes distancias en el exterior de los vehículos rápidos. Esa movilidad complicaría las cuarentenas y las medidas de represión en caso de que ocurriera una infestación en el área continental.

Las aspersiones por medio de aerosoles serían un método ideal para la represión del insecto en áreas urbanas, que en Hawaii abundan en frutas huéspedes. Los experimentos con dosis ligeras de DDT aplicadas en esta forma han sido prometedores, habiendo disminuido las poblaciones de moscas adultas en 98%. Las pruebas se efectuaron en las aldeas del lado de Oahu donde soplan los vientos, y que se encuentran relativamente libres de reinfestaciones, utilizándose cada aldea como área de represión de prueba.

El primer paso en la represión de área consistió en determinar los diversos tipos de áreas, ya que la represión variaría dependiendo de si el área era solamente urbana con huéspedes de la mosca de la fruta en los jardines domésticos, urbana con huéspedes silvestres cercanos o si se trata de áreas extensas de huéspedes silvestres. Después de 18 meses de intensos estudios sobre los tipos de áreas, se decidió aumentar los experimentos de campo, a fin de que sirvieran como parcelas de demostración de la represión.

Los trabajos de represión en las áreas de huéspedes silvestres, que en su mayoría están sembradas de guayabas, han tenido que hacerse por medio de aeroplanos, y de nuevo los hábitos de la mosca han complicado la técnica. Las aplicaciones desde aeroplanos depositan gran parte de los insecticidas en la superficie superior de las hojas y las moscas pasan gran parte del tiempo en las superficies inferiores. La adición de azúcar a las emulsiones de DDT atrajo a las moscas a la superficie superior de las hojas y aumentó considerablemente la represión.

La isla de Lanai se encuentra bien situada para la represión de área. Tiene aproximadamente 89,000 acres, incluyendo una pequeña cadena de montañas cubiertas de árboles, una ciudad llena de árboles huéspedes, grandes áreas destinadas a plantaciones de piña y vertientes casi desérticas. Se han seguido con todo cuidado los movimientos de las moscas y se han levantado planos de las frutas huéspedes, tanto silvestres como cultivadas, habiéndose marcado la estación de sus apariciones. Se ha hecho una inspección aérea de las áreas de huéspedes silvestres, principalmente en las guayabas de las bajas vertientes montañosas, para determinar la posibilidad de empleo de técnicas de defoliación que eliminaría la actual cosecha de fruta. Se han dividido las áreas de guayaba en la isla en tres parcelas de aproximadamente 500 acres cada una, para proporcionar tres pruebas separadas. En otras partes, las guayabas están demasiado esparcidas para permitir aspersiones eficaces y se han destruido temporalmente o tratado con un rocío defoliante para destruir la cosecha existente.

La ciudad del centro de Lanai se dividió también con fines experimentales, tratándose la mitad con pulverizadores y la otra mitad con rocíos diluidos. Se aplicaron medidas estrictas de sanidad y se recogió y destruyó toda la fruta caída.

Otras dos áreas pequeñas y aisladas en la isla se emplearon para otros expe-

rimentos. Sujetándose tan sólo a las limitaciones impuestas por el clima, los trabajos se llevaron a cabo simultáneamente, de modo que se efectuó por último un extenso programa de represión organizado sobre bases experimentales. Al terminar los trabajos se hicieron estudios durante varios meses para evaluar los resultados.

UNA FUENTE PRINCIPAL DE PÉRDIDAS QUE PUEDE RESULTAR de las infestaciones es el embargo que debe dictarse rápidamente en los movimientos de productos fuera de las áreas infestadas con la mosca de la fruta. La agricultura hawaiiana ha sufrido muchos de esos embargos.

No es difícil imaginarse los efectos de una infestación incipiente en la economía de una gran área productora de fruta en California si se detuvieran repentinamente los embarques fuera de esa área. Esa perspectiva ha alarmado en tal forma a las autoridades de California que un personal de investigadores ha iniciado trabajos sobre este problema en aquel Estado.

La solución inmediata es el desarrollo de tratamientos de los productos, que sólo pueden estudiarse en Hawaii, en donde puede hacerse uso de frutas infestadas. El factor limitativo para el rápido desarrollo de esos tratamientos consiste en el hecho de que el tratamiento que destruirá la plaga probablemente dañe el artículo y, por tanto, deben estudiarse dos aspectos. Uno de ellos es el efecto del tratamiento en los huevos y larvas del insecto y el otro la tolerancia de los productos a dicho tratamiento.

Esa tolerancia varía grandemente entre las diversas frutas y no puede juzgarse la tolerancia de la larga lista de frutas de California por la forma en que reaccionan las frutas tropicales en Hawaii. Por tanto, los investigadores de California están probando la tolerancia de esas frutas a los tratamientos desarrollados en Hawaii.

El procedimiento que hay que seguir antes de que se pueda enviar determinada fruta o legumbre de Hawaii es muy complicado. En primer lugar, debe ser eficaz, y de hecho los tratamientos permitidos son generalmente más rigurosos que lo que requerirían las estadísticas de probabilidades de infestación. En segundo lugar, debe ser práctico, de modo que no constituya una carga o gasto extraordinarios para el remitente. En tercer lugar, no debe dejar residuos perjudiciales o desagradables en la fruta.

El tratamiento de vapor-calor, que es el más extensamente empleado, consiste en calentar la fruta durante ocho horas y tres cuartos a 110° F. en una atmósfera saturada. Algunas frutas requieren un período de calentamiento a temperaturas un poco más bajas y a humedades disminuidas a fin de tolerar el largo período a 110° en tal forma que el tratamiento necesita más de dieciséis horas. Por tanto, ese método no es muy práctico para tratar grandes cantidades de frutas, además de que se necesitan cámaras y equipo especialmente diseñados. En Hawaii el tratamiento de vapor-calor se ha aceptado para las papayas, calabazas tiernas, pimientos, piñas y tomates.

LA FUMIGACIÓN CON GASES TÓXICOS OFRECE LA MEJOR solución para trabajos en gran escala, debido a que con un gas apropiado podrían tratarse y sellarse los furgones de ferrocarril, lo que permitiría que una parte del tratamiento se efectuara en tránsito, lo que causaría un mínimo de interferencia en el comercio.

Puede emplearse el bromuro de metilo para fumigar las frutas y legumbres frescas que lo toleren. La dosis normal es de 2 libras de fumigante por cada 1,000 pies cúbicos de espacio. Muchos artículos no toleran el bromuro de metilo y en Hawaii se ha empleado solamente para la piña fresca.

Se están buscando nuevos fumigantes, y probablemente pronto estén disponibles como fumigantes permitidos otros dos compuestos de bromo, el dibromuro

y el clorobromuro de etileno, que son tan tóxicos para las larvas y huevos de la mosca de la fruta que pueden emplearse dosis considerablemente inferiores, lo que disminuye los riesgos de daños a la fruta.

Se están probando cientos de otros compuestos para comprobar su toxicidad sobre los huevos y larvas, y tan rápidamente como se completan las pruebas, se envían los datos a los investigadores de California para que los incluyan en sus pruebas de tolerancia.

La baja temperatura es un tercer posible método de tratamiento. Las pruebas toman más tiempo que otras, debido al prolongado tiempo de desarrollo de los insectos a bajas temperaturas. Los resultados, sin embargo, se están acumulando gradualmente y son prometedores para algunos productos que normalmente se almacenan a bajas temperaturas.

Se determina el índice de infestación haciendo recolecciones sistemáticas de frutas y legumbres en el campo y conservándolas en cajas especialmente diseñadas, registrándose el promedio de moscas que salen de cada huésped.

Teóricamente la gravedad de la infestación en los artículos de exportación determina el grado del tratamiento, pero es difícil encontrar un procedimiento conveniente para determinar la incidencia de la infestación. En la práctica, los tratamientos de los artículos se hacen con tal margen extremado de seguridad, que hasta la fecha realmente los índices de infestación no han ayudado a establecer esos tratamientos. Un ejemplo ilustra las dificultades: la recolección anual de papayas con fines de establecer el índice de infestación sólo encontró una sola larva en cerca de 4,000 papayas verdes, que es la etapa empleada para embarques comerciales. Sin embargo, en una recolección reciente, en una sola fruta verde se encontraron 68 crisálidas de la mosca oriental de la fruta. A pesar de todo, con las enormes reducciones en las poblaciones de las moscas que ahora se están registrando, podrá ser posible la utilización de los índices en la práctica para establecer los niveles de tratamiento.

WALTER CARTER *se graduó en el Colegio del Estado de Montana y tiene grados superiores de la Universidad de Minnesota. Después de 5 años con la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas a cargo de los trabajos entomológicos sobre el saltamontes de la hoja de la remolacha, se unió al personal del Instituto de Investigaciones de la Piña en Hawaii en 1930 como jefe de su Departamento Entomológico. Desde entonces ha tenido una gran experiencia en entomología tropical y fue nombrado miembro de una comisión internacional en la Costa de Oro del África Occidental. En 1949 el Instituto de Investigaciones de la Piña cedió sus servicios a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas para organizar y dirigir las investigaciones sobre la mosca oriental de la fruta, y volvió con el Instituto el 1º de julio de 1951.*

La mosca mexicana de la fruta

P. A. Hoidale

LA MOSCA mexicana de la fruta es una viajera internacional para la que nada significan las fronteras, siendo su presencia tan poco grata en el extranjero como en nuestro país. Cada otoño e invierno, grandes cantidades de estas moscas se mueven del noreste de México al sureste de Texas e infestan las toronjas y naranjas de los huertos del valle del Río Grande. Los envíos de frutas infestadas

pueden propagar fácilmente las moscas en grandes áreas y causar infestaciones en las regiones productoras de frutas, y por tanto es muy importante que se tomen todas las precauciones necesarias para evitar su diseminación de las áreas aisladas infestadas en la parte sur de Texas.

La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas se ha hecho cargo de esa responsabilidad y durante un período de varios años, por medio de sus disposiciones de cuarentena, ha supervisado los movimientos de frutas cítricas de la parte baja del valle del Río Grande en Texas al resto del país. Aunque anualmente se envían muchos furgones de frutas de esa área, la mosca mexicana de la fruta no ha podido propagarse fuera del área reglamentada, y en Texas esa área reglamentada de la mosca consiste de la parte sur del Condado de Jim Wells y la totalidad de los condados de Brooks, Cameron, Dimmitt, Hidalgo, La Salle, Webb y Willacy.

La mosca mexicana de la fruta es el principal insecto nativo de México que infesta las frutas cítricas. Los entomólogos creyeron primeramente que era nativo de los Trópicos y que se había propagado hacia el Norte, pero las investigaciones han indicado que se origina en el noreste de México en los Estados de San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León. Debido a los sistemas de transporte modernos y a sus propios hábitos migratorios, se ha propagado desde una gran parte de México al sur de Texas y hasta Panamá. Destruye anualmente grandes cantidades de fruta en México y Texas y es una grave amenaza para otras regiones norteamericanas productoras de fruta. No siendo un insecto tropical, puede soportar temperaturas de congelación, sobreviviendo a ellas e infestando la fruta y puede adaptarse tanto a regiones secas como a áreas lluviosas y montañosas, así como a las llanuras costeras.

La mosca adulta es un insecto de colores brillantes con alas hermosamente marcadas, siendo mucho más grande que una mosca doméstica, y en especial la hembra es notablemente diferente de las moscas de este grupo. La cubierta del aguijón de la mosca mexicana de la fruta es casi tan larga como su tórax y abdomen y el aguijón en sí es un órgano agudo parecido a una aguja, capaz de depositar huevos aun debajo de la gruesa corteza de las frutas cítricas. Cuando la hembra cargada está lista para depositar sus huevos, escoge una fruta adecuada en el árbol y deposita de uno a 10 o más huevos en la pulpa de la fruta. El período de incubación de los huevos, duración de la vida de las larvas y días empleados en la etapa de crisálida varían con la temperatura, clase de fruta y otros factores. El período más corto de huevo a adulto parece ser aproximadamente de 36 días y el máximo llega casi a 150.

Además de las frutas tropicales como el zapotillo, zapote blanco y mango, la mosca infesta las naranjas, toronjas, manzanas, duraznos, peras, granadas, membrillos y zapotes amarillos en los campos. El zapote amarillo, *Sargentia greggi*, es el huésped silvestre más importante en México y abunda en las cadenas montañosas de San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León. Está estrechamente relacionado con los cítricos y se asemeja a un naranjo en tamaño, forma y color del follaje. La fruta madura es casi del tamaño de una aceituna y tiene una sola semilla, que constituye la mayor parte de la fruta y que se dice que es comestible, pero es de escasa importancia económica en México. La planta se encuentra distribuida generalmente a una distancia de 200 millas a lo largo de las montañas, en donde las condiciones de humedad son favorables y proporciona una fuente importante en la que se originan las moscas y de la que emigran para establecer infestaciones en los plantíos de cítricos de Texas.

En el sur de Texas las moscas comienzan a invadir en gran número los plantíos a fines de otoño y el influjo de moscas continúa durante el invierno, llegando la infestación a su máximo a fines de marzo y durante abril, comenzando luego a disminuir, y para fines del verano es difícil encontrar fruta infestada.

Algunas infestaciones pueden ocurrir durante todo el verano si se deja la fruta en los árboles, pero con frecuencia sucede que en junio no se encuentra ninguna infestación en los huertos en donde había grandes cantidades de insectos en abril. El funcionamiento de gran número de trampas durante un período de años ha establecido que hay un éxodo general de las moscas de los huertos de Texas a fines de primavera, sin que se sepa adónde van. Una de las posibilidades es que abandonen los huertos en busca de su huésped silvestre favorito, el zapote amarillo, pero puede suceder también que las moscas no prefieran un medio que no presenta oportunidades de depositar huevos y que la recolección de la fruta las haga moverse en busca de otro lugar en donde depositarlos. Como las moscas no llegan a los huertos sino a fines de otoño y los abandonan a fines de primavera, los plantíos de cítricos de Texas quedan relativamente libres de infestaciones durante gran parte del año.

Las moscas de la fruta prefieren los huertos con follaje abundante para reposar y para infestar la fruta y ningún huerto queda inmune a las infestaciones, pero las larvas se encuentran rara vez en la fruta de árboles tiernos o en los árboles con follaje escaso. Las moscas aparentemente prefieren depositar sus huevos en las frutas de las ramas bajas y se encuentran pocas larvas en las frutas altas de los árboles o en las ramas exteriores que quedan expuestas, y normalmente las moscas no infestan la fruta caída.

En el valle del Río Grande se colocan las trampas en los huertos, principalmente para determinar el principio y fin del período de migración. Las trampas no reprimen la mosca de la fruta, pero los registros de captura constituyen una base excelente para predecir las cantidades de infestación probables de larvas que pueden esperarse, y cuándo deben comenzar los primeros períodos de tratamiento. Esos registros de funcionamiento han servido también para precisar la historia vital de la mosca en Texas, y es de dudarse que sin ellos se hubieran conocido sus hábitos migratorios.

Varios señuelos atraen las moscas de la fruta para fines de alimentación, pero no se han encontrado sustancias que sean atractivas para ambos sexos de la mosca mexicana de la fruta, y como resultado de los trabajos efectuados por A. C. Baker y otros, el señuelo que ha resultado más práctico para su empleo en los huertos de Texas consiste en 6 libras de azúcar morena disueltas en 5 galones de agua. Las trampas se llenan con el cebo a medida que se hace la mezcla, no siendo necesario esperar a que ocurra la fermentación, aunque ésta aparentemente aumenta su eficacia.

La trampa empleada en Texas, que es una adaptación de las trampas para moscas domésticas empleadas en México, se hace de vidrio y tiene la forma aproximada de una botella, con un fondo cóncavo que forma un receptáculo para contener el cebo. Los insectos penetran a través de una abertura grande en el centro del fondo y se sacan a través de otra pequeña abertura en la parte superior.

Las moscas de la fruta se atrapan con más frecuencia en la sombra y la mayoría de ellas se capturan en las hileras exteriores de los huertos más bien que en su centro. Las trampas que se colocan en los árboles plantados a lo largo de los canales de riego o cercanos a las cortinas de protección contra el viento generalmente capturan más moscas que las colocadas en árboles con follaje escaso, en donde quedan expuestas a los fuertes vientos. Generalmente las trampas se colocan en los huertos en grupos de 20, a la altura aproximada de los hombros, y tan cerca del centro del árbol como sea posible, sin que queden en contacto con el follaje y debiendo estar visibles de todos lados. Se colocan esparcidas en los árboles, debiendo quedar por lo menos una hilera de ellas cercana a las hileras exteriores y se examinan y cargan con cebo nuevo una vez a la semana. Un

inspector puede examinar y rellenar aproximadamente 200 trampas diarias, y en el valle del Río Grande hay alrededor de 8,000 trampas en uso constante.

Las frutas cítricas que se cultivan en el valle del Río Grande se inspeccionan en los campos antes de que se certifiquen para su embarque. Como el movimiento de las moscas hacia el norte desde México a Texas cubre toda el área productora de cítricos, se considera que todos los huertos de Texas están infestados con la mosca mexicana de la fruta, y toda la fruta que se produce en esa área está sujeta a inspección, tratamiento y certificación antes de su embarque.

La inspección de campo de las frutas cítricas consiste en examinar la fruta en el árbol por lo que hace a decoloración, eliminando toda la fruta en el árbol o en el suelo que esté dañada por los insectos. Generalmente la toronja no muestra síntomas exteriores de infección, aparte de una ligera coloración anaranjada. Las naranjas, sin embargo, pueden presentar un gran lunar café que precisa el lugar en donde las larvas han trabajado dentro de un segmento. Las larvas recién incubadas son difíciles de encontrar, pero a menudo se descubre su presencia por los pequeños lunares cafés en las partes fibrosas bajo la corteza a cada extremo de la fruta. El examen incluye el corte de una pequeña porción de cada extremo de la fruta, y si no hay síntomas visibles de infestación no se necesita mayor examen. Si aparecen los pequeños lunares cafés, con raras excepciones se encontrarán larvas dentro de la fruta, y aquélla en que las moscas hembras han depositado sus huevos pronto se cae del árbol y las larvas completan su desarrollo antes de que penetren en la tierra para convertirse en crisálidas. Antes de abandonarla, las larvas taladran la fruta y la vuelven inaceptable para su consumo.

Se han desarrollado métodos de esterilización de la fruta que evitan los envíos de frutas infestadas, permitiendo el movimiento de frutas cítricas de Texas sin peligro de establecer infestaciones en otras partes.

Cuando se descubrió la primera infestación en un plantío de toronjas cercano a Mission, Texas, en abril de 1927, la presencia de plaga tan peligrosa en los huertos norteamericanos causó gran alarma entre muchos cultivadores e inmediatamente se promulgaron medidas de cuarentena para reglamentar los embarques de fruta y para extirpar la plaga, esperándose que esa extirpación fuera posible en unos cuantos años, pero los hábitos migratorios de la mosca no se conocían en aquel entonces y pronto se encontró que no había modo de evitar que las moscas emigraran del noreste de México a los huertos de cítricos de Texas y que su extirpación era imposible. La investigación se dirigió entonces hacia el desarrollo de modos y maneras de tratar las frutas de Texas a fin de permitir su envío sin riesgo a otras áreas frutales.

Un método de esterilización consiste en disminuir la temperatura interna de la fruta a 32°-33° F. y mantenerla a ese nivel durante 18 días o conservar la temperatura a 33°-34° durante 22 días. Cualquiera de estos métodos matará las larvas que se encuentren en la fruta.

El segundo método es más económico y más extensamente empleado en Texas, conociéndose como proceso de vapor-calor, que consiste en elevar la temperatura interna de la fruta. Las larvas mueren más rápidamente elevando la temperatura que bajándola en el interior de la fruta, necesitándose cuartos diseñados especialmente a fin de poder tratar grandes cantidades de fruta en forma adecuada. Esos cuartos pueden usarse también durante el proceso normal de empaque para la coloración de la fruta. El tratamiento consiste en forzar un gran volumen de aire, de vapor de agua saturado y de agua en forma de un fino rocío a través de la carga de fruta a temperaturas no menores de 110°. Después de que la temperatura interna de la fruta se ha elevado a ese punto, se con-



El ala de encaje es una de las mofetas del mundo de los insectos, y segrega un líquido de olor desagradable cuando se le toca.



Una hormiga carpintera obteniendo miel de la ninfa de un saltamontes de los árboles, *Entylia sinuata.*

serva así durante el tiempo requerido. Se invierte después el procedimiento y se fuerza una gran cantidad de aire seco a través de la carga de fruta a fin de disminuir la temperatura tan rápidamente como sea posible y permitir que la fruta se empaque para su embarque.

P. A. HOIDALE *comenzó su carrera en el Departamento de Agricultura con la Oficina de Industria de Plantas en abril de 1915. En 1917 se le trasladó a la Junta Hortícola Federal para la represión del gusano rosado, y cuando se encontró por primera vez la mosca mexicana de la fruta en el valle del Río Grande se le encargó del programa de represión.*

Los ácaros de las arañas, los insectos y el DDT

Howard Baker

TAN RECIENTEMENTE como en 1944 los cultivadores de manzanas en todos los Estados Unidos de Norteamérica temían que la mariposa tortrícida los aruinara, siendo otros insectos y ácaros relativamente de poca importancia. En la actualidad la situación ha cambiado. La mariposa tortrícida se ha convertido en una plaga de poca importancia y cierto número de otros insectos y ácaros constituyen serios problemas, siendo el DDT el principal responsable de este cambio, ya que reprimió la mariposa tortrícida, pero ciertos factores asociados con su empleo han sido responsables hasta cierto punto del resurgimiento de otras plagas.

Otros sectores han tenido experiencias semejantes. Los cultivadores de algodón vieron aumentar el número de los áfidos después de las aplicaciones de arseniato de calcio para reprimir el picudo del algodón. Los cultivadores de pacanas vieron aumentar el número de áfidos negros de esa nuez después de las aplicaciones de caldo bordelés para reprimir la escama y los cultivadores de cítricos encontraron más ácaros e insectos de la escama después del empleo de rocíos para reprimir ciertas enfermedades o para corregir deficiencias nutritivas.

Sin embargo, nunca había ocurrido que tantas plagas con tan amplia gama de hábitos y características aumentaran en cantidades perjudiciales después de la aplicación de cualquier sustancia como ha sucedido después del empleo del DDT en los programas de aspersión de los manzanos.

Las pérdidas causadas por la mariposa tortrícida alcanzaron proporciones alarmantes durante la década de 1930 y principios de la de 1940, pudiendo considerarse afortunado el cultivador que podía controlarlas a un 10 ó 20% del valor de su cosecha, no siendo raras las pérdidas mayores. A pesar del empleo de mezclas de rocíos más fuertes y de aplicaciones más frecuentes y en mayores dosis, la represión se hacía cada vez más difícil, y mientras se hacía más enconada la lucha de los dueños de huertos contra la mariposa tortrícida resultaba más difícil su represión y eran mayores los daños que causaba, convirtiéndose en plaga tan importante que se dio escasa atención a todas las demás. Esta era la situación que prevalecía cuando se puso el DDT a la disposición de una industria desalentada.

Empleado primeramente en gran escala por unos cuantos cultivadores en 1945, el DDT quedó disponible para la industria en forma generalizada en 1946

y muy pronto se comprobó su valor para reprimir la mariposa tortrícida, substituyendo sin dificultad al arseniato de plomo y a otras sustancias en la mayoría de los programas de aspersión contra los insectos del manzano. Las aplicaciones oportunas y abundantes de una o dos libras de polvo humedecible de DDT al 50% por cada 100 galones de rocío en un promedio de 3 a 6 rocíos de cobertura, dependiendo de la región, controlaba perfectamente la mariposa tortrícida. Los cultivadores que se habían acostumbrado a sufrir pérdidas del 15% o más de sus cosechas se sienten descontentos actualmente cuando sufren pérdidas de más de 1 ó 2%, y en muchos casos esas pérdidas son inferiores a 1%.

El DDT reprime también otras plagas de insectos de los manzanos y es eficaz contra la mayoría de los insectos que se alimentan en las hojas y que atacan los manzanos y perales, tales como orugas de tienda, gusanos de otoño, escarabajos japoneses, larvas de caja, saltamontes de las hojas y hasta cierto punto los áfidos. No reprime algunas plagas, por lo menos cuando se le emplea en cantidades prácticas normales, y algunas otras plagas parecen volverse más serias después del empleo del DDT que antes. Algunas especies de ácaros de huerto, el deslizador de la hoja de listas rojas y algunos insectos de escamas que antes sólo eran plagas serias en ocasiones o en áreas restringidas, han amenazado causar o han causado graves daños con más frecuencia que antes y en mayor escala. Otros insectos adicionales, por ejemplo el áfido lanudo del manzano, el curculio del ciruelo y la oruga de cuello amarillo, han aumentado también en ciertos lugares.

¿A qué se debe esto?

Se han apuntado varias razones y las investigaciones pueden descubrir otras. El efecto del DDT en los enemigos naturales de las especies dañinas y la tendencia a omitir sustancias tales como el arseniato de plomo y las emulsiones de aceites minerales de los programas normales de rocíos con DDT, son las dos explicaciones más comunes de la situación.

Muchas de las plagas de los huertos disminuyen en número y quedan controladas por sus enemigos naturales, especialmente por los insectos parásitos y de presa y las arañas y ácaros de presa que se alimentan en ellos y los destruyen. El DDT es extremadamente tóxico para muchos de esos enemigos naturales y los mata en mayor número que muchas de las especies dañinas en las que se alimentan. Ésta es una de las razones que hace que plagas tales como los ácaros de huerto, deslizadores de lista roja y áfidos lanudos del manzano se desarrollen en cantidades perjudiciales cuando se emplea el DDT en los programas de aspersión. No todos los brotes de éstas y otras especies tienen relación con el empleo del DDT, ya que hay otros factores relacionados que desconocemos todavía o que no entendemos bien.

El DDT es menos eficaz contra algunos insectos que las sustancias a las que ha sustituido en los programas de aspersión de los manzanos, sustancias tales como el arseniato de plomo, las emulsiones de aceite mineral o sus sustitutos, que tenían una amplia gama de utilidad además de reprimir la mariposa tortrícida. Esto ha originado el aumento en la importancia de algunos de los insectos que se reprimían con su empleo y explica también en parte el aumento de los daños causados por insectos como el curculio del ciruelo, el deslizador de listas rojas y las escamas de San José y de Forbes.

El DDT y los cambios que ocurren después de su empleo en relación con la importancia comparativa de los insectos y ácaros que infestan los manzanos han afectado profundamente los programas de aspersión así como las tendencias de las investigaciones para desarrollar el programa de aspersión más sencillo posible. Anteriormente se enfocaba el interés hacia descubrir y desarrollar una sustancia que reprimiera mejor la mosca tortrícida que el arseniato de plomo, y ahora se pretende desarrollar un programa completo de

aspersiones contra todas las plagas que puedan encontrarse. Esto significa encontrar y desarrollar sustancias que puedan emplearse con el DDT, o que puedan ser sustituidas por éste para reprimir plagas tales como ácaros, deslizadores de las hojas, curculios, áfidos y escamas, así como la mariposa tortrícida, habiéndose hecho considerables progresos en este sentido.

Las diversas especies de ácaros que anteriormente sólo eran plagas graves ocasionalmente o en áreas restringidas, quedaron en primer lugar juntamente con el DDT, y desde entonces han causado o amenazado causar graves daños cada estación en todas las áreas importantes de huertos. Los más importantes son el ácaro rojo europeo, el de dos lunares y el del Pacífico. El áfido del trébol o café ha aumentado en California y otras áreas occidentales productoras de fruta y se han vuelto de importancia varias especies nuevas o poco conocidas de *Tetranychus* y otros ácaros. Por ejemplo, se sabía en 1952 que por lo menos 11 especies de ácaros infestaban los huertos en el valle de Yakima en Washington y tres de ellos se reconocieron por primera vez en esa área en 1950.

Los ácaros pueden dividirse aproximadamente en dos grupos para fines de represión. Los que pasan el invierno en la etapa de huevo en los árboles y los que lo pasan como adultos en los desperdicios, bajo la corteza de los árboles y en otros sitios protegidos, generalmente en la tierra. El áfido rojo europeo y el del trébol se encuentran en el primer grupo, y la mayoría de los demás, si no todos, son del segundo grupo.

Los rocíos latentes son muy eficaces contra los huevos de los ácaros durante el invierno, ya que demoran o hacen innecesarios los rocíos de verano para reprimir las especies que pasan el invierno en esta etapa, dependiendo de la oportunidad y forma adecuada de su aplicación y de si las condiciones de clima durante la estación de crecimiento son favorables para la actividad y desarrollo de los ácaros. Las emulsiones de aceite mineral, diluidas para proporcionar un porcentaje de 3 o en ocasiones 4% de aceite en los rocíos diluidos, se emplean más frecuentemente en los rocíos latentes aplicados para reprimir los ácaros. Ocasionalmente se emplea cal-azufre, que tiene cierto valor, pero es menos eficaz que el aceite y generalmente no se recomienda, a menos que se necesite para algún otro fin. Algunos insecticidas de dinitro han mostrado resultados prometedores para emplearse en rocíos latentes contra los huevos de ácaros, pero pueden causar más daños a los árboles que el aceite si no se emplean siguiendo estrictamente las direcciones para su uso.

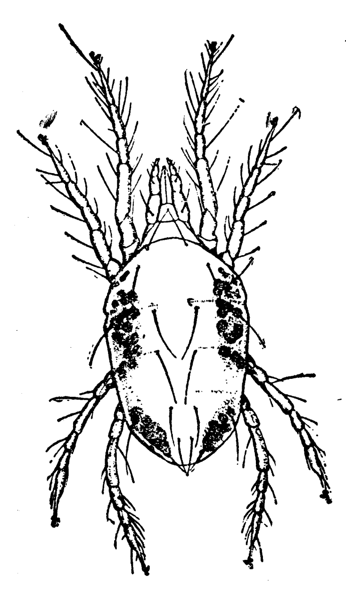
Otra sustancia que ha dado una buena represión temprano en la estación de las especies de ácaros que pasan el invierno en la etapa de huevo, es el parathion. Una libra de un polvo humedecible al 25% por cada 10 galones de rocío en aplicaciones a los cálices ha dado tan buena represión de esas especies como el aceite latente al 3%. El parathion no pude emplearse tan temprano en la estación contra todas las variedades, ya que puede causar serios daños en las manzanas McIntosh y otras relacionadas y aumentar la coloración bermeja de otras variedades como la Golden Delicious y la Jonathan.

Los rocíos latentes son poco eficaces contra el ácaro de dos lunares, el del Pacífico y otras especies que pasan el invierno como adultos. En algunas especies esto se debe en parte a que se alimentan en otros huéspedes antes de cambiarse a los manzanos.

Las investigaciones recientes han tratado de desarrollar sustancias de empleo seguro y más eficaces para usarse en las aplicaciones de verano, habiendo gran necesidad de ellas para combatir las especies de ácaros contra las que son ineficaces los rocíos latentes, así como para reprimir los brotes de mediados de estación o más tardíos de las especies contra las que se emplean los rocíos latentes. Anteriormente se empleaban comúnmente las emulsiones aceitosas de ve-

rano de 1 a 1.5% y varias formas de azufre para este fin, pero a veces causaban daños y no siempre eran tan eficaces como fuera de desearse.

El primer sustituto prometedor que se empleó extensamente contra los ácaros fue la sal diciloexilamina del dinitro-*o*-cicloexilfenol (DN-111) pero su tendencia a causar daños cuando ocurrían altas temperaturas y el no ser completamente eficaz contra el ácaro rojo europeo a concentraciones inofensivas limitó su utilidad.



Ácaro del Pacífico

Se han probado muchas sustancias contra los ácaros en las aspersiones de verano y algunas han resultado eficaces durante un número suficiente de pruebas para justificar que se recomiende su empleo. Las más prometedoras incluyen el parathion, pirofosfato de tetraetilo (TEPP), 2-(*p*tert-Butilfenoxi)-1-metiletil 2-sulfito de cloroetil (Aramite), -etil O-*p*-nitrofenil tiofosfanato de benzol (EPN) y 1.1-bis etanol (*p*-clorofenil) (DMC).

Algunos cultivadores prefieren incluir estas sustancias en uno o varios de sus rocíos de cobertura comunes que se aplican para reprimir la mariposa tortrícida a fin de evitar el desarrollo de infestaciones de ácaros. Otros cultivadores prefieren no emplearlas, a menos que sean necesarias para otros fines, hasta que los ácaros ocurran en tal abundancia que se requiera su represión. En este último caso pueden necesitarse dos aplicaciones con diferencia de 7 a 10 días. Ambos sistemas cuentan con partidarios y ambos tienen ventajas y desventajas y sólo las investigaciones posteriores decidirán cuál es mejor.

Precisamente cuando se estaban haciendo progresos en el desarrollo de tratamientos eficaces para la represión de los ácaros llamó la atención el problema de resistencia. A principios de 1951 las cantidades de parathion que se recomendaban no reprimieron el ácaro rojo europeo en Washington, y más tarde en la estación otras especies de ácaros, incluyendo algunas que no se sospechaba que ocurrieran, no se reprimieron en forma satisfactoria y otras nuevas sustancias prometedoras no resultaron tan eficaces como al principio. Todavía más tarde hubo informes que indicaron que los ácaros se estaban volviendo más difíciles de reprimir en otras áreas tales como West Virginia y New Jersey, siendo posible que los ácaros de huerto se estuvieran volviendo resistentes a los insecticidas. Esto no es de sorprender, porque los dueños de invernaderos han informado de una especie resistente del ácaro de dos lunares y es muy probable que el problema de los ácaros de huerto esté muy lejos de solucionarse. Hemos tenido que estudiar nuevamente los programas de aspersión, encontrar insecticidas que no produzcan aumentos en las poblaciones de ácaros para reemplazar a las sustancias cuyo empleo parece favorecer esos aumentos, determinar los factores que afectan el desarrollo de los ácaros y llevar a cabo mayores esfuerzos para encontrar sustancias que repriman todas las especies de ácaros.

El deslizador de la hoja de rayas rojas sigue probablemente en importancia a los ácaros entre las plagas que han aumentado en los huertos de manzanos después del empleo del DDT. Desde hace mucho tiempo ha estado extensamente distribuido en muchos huéspedes, pero generalmente está sujeto a fuertes

ataques de parásitos, siendo muy raro el huerto en que tuviera que combatirse a sabiendas hasta hace unos cuantos años. Actualmente esta plaga constituye un problema en todo el Medio Oeste y en el Este, en donde ha causado daños en muchos huertos, especialmente en 1947 y 1948. El estudio del problema demostró que si se incluía el arseniato de plomo en los primeros dos o tres rocíos de cobertura bastaba para controlar el insecto durante la estación. Los estudios posteriores demostraron el valor del TDE, parathion y EPN para reprimirlo, siendo el TDE especialmente eficaz y valioso para combatir las infestaciones durante el verano cuando hay amenaza de brotes. En la actualidad el deslizador de la hoja de rayas rojas es una plaga que los cultivadores no tienen que temer pero de la que tienen que cuidarse.

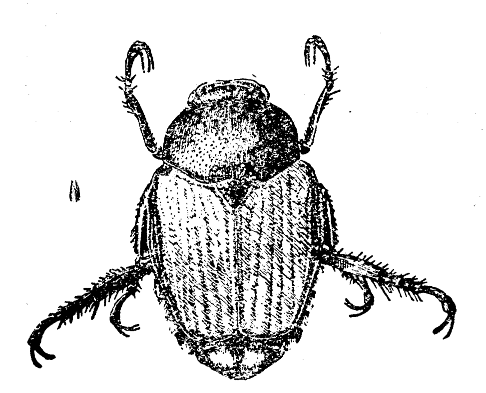
El áfido lanudo del manzano, una plaga extensamente distribuida en las áreas productoras de manzanas de los Estados Unidos de Norteamérica, ha quedado controlada por el parásito *Aphelinus mali.* Este áfido es el insecto que vive en las pequeñas masas semejantes a algodón que se ven a menudo alrededor de las heridas de injertos y otras cicatrices de los árboles así como en las axilas de las hojas del nuevo crecimiento, especialmente en los retoños nuevos, pudiendo ocurrir también en las raíces de los árboles. En el noroeste del Pacífico es una plaga especialmente importante debido a su relación con la propagación de la enfermedad de la gangrena perenne y sólo en esa zona ha aumentado en proporciones graves después del empleo del DDT. Aparentemente debido al efecto del DDT en los parásitos *Aphelinus* el áfido lanudo del manzano se ha convertido de nuevo en una plaga que hay que considerar en esa área.

Controlada anteriormente por medio del sulfato de nicotina cuando el parásito no podía hacerlo, puede reprimirse actualmente incluyendo sustancias tales como el hexacloruro de benzol, parathion o TEPP en un rocío temprano de cobertura o reprimirse más tarde con cualquiera de esas dos sustancias. El hexacloruro de benzol puede impartir cierto sabor aceitoso a la fruta si se emplea después de principios de estación.

El curculio del ciruelo, una plaga importante de la fruta al este de las Montañas Rocallosas, se asocia generalmente a las frutas de hueso, especialmente duraznos y ciruelos. Rara vez causa daños graves a las manzanas cuando el programa regular de aspersión incluye arseniato de plomo para reprimir la mariposa tortrícida, ya que las dosis ordinarias de DDT no lo reprimen de manera eficaz. Su conversión a plaga de importancia para los cultivadores de manzanas data de la época en que cambiaron sus programas de aspersiones del arseniato de plomo al DDT. La mejor solución ha sido el incluir el arseniato de plomo en la parte correspondiente a los principios de estación de los programas de aspersión, especialmente en los rocíos de cáliz y los de primera cobertura. Cuando ocurren graves infestaciones a menudo es de desearse una aplicación especial entre la de cáliz y la de primera cobertura. Hay otras sustancias prometedoras, pero ninguna parece ser más eficaz que el arseniato de calcio para emplearse contra el curculio del ciruelo en las manzanas.

Los cultivadores de manzanas conocen la escama de San José desde hace muchos años, pero muy pocos de ellos estaban familiarizados con la escama de Forbes, que tiene aspecto y hábitos semejantes, y para muchos cultivadores del Medio Oeste ambas especies constituyen actualmente una preocupación. Durante mucho tiempo se les reprimió mediante el empleo de rocíos latentes, o emulsiones de aceite en verano, pero las escamas están aumentando en importancia a medida que disminuye el empleo de aceite en los programas regulares de aspersión.

Las emulsiones latentes de aceite en concentraciones ordinarias, generalmente de 3% de aceite, en los rocíos diluidos, son altamente eficaces contra la escama de San José, pero no parecen afectar la escama de Forbes y puede ser probable que el extenso empleo que se hacía anteriormente del aceite en los rocíos de cobertura de verano haya tenido mayor efecto en la represión de las escamas que lo que generalmente se creía.



Escarabajo japonés.

Nuestro trabajo experimental ha demostrado que pueden no ser necesarios los rocíos latentes para reprimir cualquiera de estas escamas si incluye una sustancia tal como el parathion en el programa regular de aspersiones. No se ha precisado la dosis mínima eficaz de parathion, pero en las pruebas efectuadas en Indiana se ha obtenido una represión completa de un cuarto de libra o más de parathion al 25% por cada 100 galones en 6 aplicaciones, o media libra en 3 aplicaciones. Una sola aplicación durante el verano de media libra de parathion al 25% por cada 100 galones ha dado una represión parcial de la escama de Formes en las manzanas.

Me he ocupado solamente de las plagas que han constituido problemas graves durante muchos años en las importantes áreas productoras después del empleo del DDT. Otras, tales como la oruga de cuello amarillo en West Virginia, Virginia y Maryland y los escarabajos carnívoros en otras partes, han aparecido en una o dos estaciones en áreas limitadas, probablemente (aunque no necesariamente) debido a efectos directos o indirectos del empleo del DDT. En general se han desarrollado prontamente tratamientos eficaces o se han hecho ajustes en los programas de aspersión para reprimir esos brotes, que no han sido demasiado graves. Indudablemente ocurrirán de tiempo en tiempo otros brotes de plagas que generalmente son de menor importancia y que requerirán ajustes temporales o continuados para su represión, pero el cultivador de manzanas debe estar siempre alerta y sus programas de rocíos deben ser flexibles.

El lector no debe de llegar a la conclusión de que el aumento en importancia de las plagas que anteriormente no lo eran después del empleo del DDT se ha limitado a las manzanas o que el DDT es el único de los nuevos insecticidas cuyo empleo ha producido esos resultados. Por ejemplo, el empleo del DDT se ha asociado con el aumento de los ácaros en los duraznos, uvas, pecanas, árboles de sombra y algodón, con el aumento de los escarabajos carnívoros en las uvas, con el de los áfidos en el algodón y con el aumento del deslizador de la hoja de rayas rojas en los duraznos y uvas y con la escama de algodón en los cítricos. Por otra parte, el empleo de sustancias tales como el metoxiclor ha producido un aumento de los ácaros en las manzanas y duraznos y de los áfidos en el algodón. El empleo del parathion ha causado un aumento de la escama blanda de los cítricos, pero en general el empleo del DDT en los manzanos ha causado más que otras sustancias el aumento en los brotes de plagas que anteriormente no tenían importancia. Sin embargo, a pesar de los problemas que ha ocasionado, el DDT ha constituido un gran beneficio para los cultivadores de manzanas y las ventajas que resultan de su empleo exceden grandemente de sus desventajas.

Howard Baker *es ayudante en jefe de la división de investigación sobre insectos frutales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en la Universidad de Massachusetts en 1923 y entró al Departamento inmediatamente después. Al terminar varios trabajos de campo relacionados con los insectos de los manzanos y de las pecanas en el Este, Medio Oeste y Sur, fue transferido a Washington en 1944.*

El escarabajo japonés

Charles H. Hadley y Walter E. Fleming

Harry B. Weiss, que desde entonces ha sido nombrado director de la División de Industria de Plantas de New Jersey, encontró unos cuantos escarabajos brillantes de color verde metálico en un vivero cercano a Riverton, New Jersey, en 1916. Al principio no fueron identificados por él ni por ninguna otra persona, pero fueron reconocidos al fin como escarabajos japoneses, *Popillia japonica,* y ésta fue la primera noticia de su ocurrencia en los Estados Unidos de Norteamérica. La literatura entomológica contenía muy poca información sobre ellos, a excepción de que eran muy comunes en las islas principales del Japón y no se les consideraba como una plaga grave. Conocíamos muy poco de sus hábitos en el Japón y nada que indicara que se convertirían en una grave plaga en nuestro país. No sabíamos que algunos escarabajos relacionados con ellos habían causado daños considerables en el Viejo Mundo y en otras islas del Pacífico que habían invadido.

Aparentemente el escarabajo había entrado a nuestro país en algunas plantas antes de que se pusieran en vigor las restricciones establecidas por la Ley Sobre Plagas de Plantas de 1912.

El escarabajo japonés adulto es un insecto rollizo, de colores café y verde brillante, con doce lunares blancos y un largo aproximado de media pulgada. Sólo se le ve en el verano y puede alimentarse en 275 clases de plantas.

Su etapa de larvas blancas ocurre en la tierra, en donde se alimenta de las raíces de las plantas. El escarabajo causa daños en las cosechas de granjas y huertos, plantíos de ornato residenciales y públicos, céspedes y campos de golf, que se calculan en diez millones de dólares anuales.

El personal del Departamento de Agricultura inició en 1917 una investigación para obtener información sobre su desarrollo y hábitos en su nuevo medio y para fines de ese año era obvio que el escarabajo había encontrado aquí condiciones ideales para su rápida multiplicación y era capaz de causar grandes pérdidas en muchas cosechas y plantas de importancia económica. En 1918 el Departamento y las autoridades de New Jersey se propusieron exterminarlo, pero la infestación estaba tan bien establecida que no pudo extirparse con las medidas de represión que entonces se conocían y con los fondos entonces disponibles.

Los expertos comenzaron entonces a trabajar para encontrar medidas que permitieran disminuir los daños y evitar su propagación, y se propusieron obtener un conocimiento completo de la historia vital y hábitos del insecto en su nueva vecindad, buscar medidas que permitieran a los agricultores, dueños de huertos domésticos y otros evitar que el insecto causara daños materiales a las cosechas y a las plantas en cualquiera de sus etapas, desarrollar métodos prácticos y económicos que aseguraran que el material comercial de cultivo en los viveros y los productos agrícolas estuvieran libres de infestaciones a fin de evitar la

propagación del insecto en todo el país debido al movimiento de esos productos, y apresurar la represión natural del insecto mediante la introducción y diseminación de los insectos orientales enemigos del mismo y la utilización práctica de organismos microscópicos tales como bacterias, hongos y otros que se sabía que atacaban al escarabajo en cualquier etapa de su desarrollo.

Se obtuvo información detallada sobre el ciclo de estaciones, comportamiento y reacciones del escarabajo japonés a las condiciones de clima tanto en el área de infestación primitiva como en las áreas del Norte, del Oeste y del Sur infestadas recientemente, y esa información se empleó como base para el desarrollo de métodos para combatir al insecto.

Cada año ocurre un movimiento natural de los escarabajos hacia afuera de los linderos del área de distribución general. Los entomólogos investigadores, tanto federales como estatales, efectúan inspecciones cada estación para determinar la abundancia relativa de los escarabajos en diferentes partes de esa área de distribución general.

La cantidad de precipitación pluvial en el verano es la principal influencia climatológica en los cambios que ocurren de año en año en las poblaciones de escarabajos. Normalmente las lluvias en junio, julio y agosto en gran parte del Este llegan a 12 pulgadas. Cuando son menores de 6 pulgadas hay tal mortandad de huevos y pequeñas larvas, que los escarabajos son menos abundantes al año siguiente. Una comparación entre los climas de Japón y los Estados Unidos de Norteamérica indica que es probable que el escarabajo pueda desarrollarse en la mayoría de los Estados que quedan al este de la parte occidental de Kansas. En algunos de los Estados más al Oeste, probablemente la precipitación pluvial durante el verano es demasiado baja para permitir su supervivencia, excepto en tierras de riego, en donde se mantiene una humedad adecuada de la tierra. En las áreas donde se cultivan cosechas de riego, los escarabajos no se reproducirán en las áreas de sequía vecinas. En el norte de la Nueva Inglaterra y en algunas otras zonas frías de nuestro país las temperaturas de verano pueden ser demasiado bajas para permitir que se establezca el escarabajo, y en la mayoría de las áreas que actualmente se encuentran infestadas mueren muy pocos de los insectos durante el invierno, porque una capa de nieve evita generalmente que las temperaturas de la tierra bajen más allá del punto en que morirían las larvas que invernan. Si se introdujera el insecto en algunas partes del interior al norte de nuestro país, en donde las nevadas son normalmente ligeras, las larvas morirían.

La protección de la fruta y del follaje contra los ataques de los escarabajos japoneses adultos comprende la destrucción de los escarabajos que se encuentren en las plantas y el evitar que los que vuelan a las plantas se establezcan en ellas. El escarabajo japonés ataca las cosechas de huerto, las frutas pequeñas, las cosechas de campo, los árboles de sombra y las plantas de ornato. Está perfectamente capacitado para volar, así que en verano los plantíos pueden quedar continuamente invadidos desde los territorios infestados que los rodean, y cuando ocurren graves infestaciones sin la protección de los rocíos, las plantas pueden defoliarse por completo y perderse las cosechas.

En la búsqueda de insecticidas para reprimir el escarabajo se han probado muchos cientos de sustancias y fórmulas, pero sólo unas cuantas han mostrado resultados prometedores. Las pruebas preliminares de sustancias no experimentadas se llevan a cabo en el laboratorio, y las pocas sustancias prometedoras que se encuentran en esa forma se prueban en pequeña escala en el campo y se comparan sus resultados con los de algunos de los mejores rocíos recomendados para la protección de las plantas. Si se obtienen resultados favorables en esas pruebas en pequeña escala la sustancia se emplea en diferentes localidades

en huertos comerciales, viñedos y campos de maíz y se aplica también a los árboles de sombra y a las plantas de ornato.

Antes de 1943 no se había encontrado ninguna sustancia que destruyera los escarabajos que se encuentran en las plantas y que conservara su eficacia durante varias semanas. Los rocíos que contienen jabón o jabón y piretro matan muchos de los escarabajos que quedan completamente mojados durante las aplicaciones, pero las plantas pronto vuelven a reinfestarse, y las repetidas aplicaciones de rocíos que son necesarias para reprimir los insectos han dañado las cosechas. Las lechadas consistentes de varias aplicaciones de un rocío de cal-sulfato de aluminio antes de que los escarabajos se establezcan en las plantas producen una capa no tóxica que los repele en áreas infestadas en forma leve o moderada, pero no son eficaces cuando los escarabajos son muy abundantes. Los residuos que dejan son muy desagradables en las plantas de ornato y difícil de remover de las frutas en la época de la cosecha.

El arseniato de plomo en proporción de 6 libras por 100 galones de agua mata muy pocos insectos, pero su depósito repele los que llegan más tarde a las plantas. El arseniato de plomo no puede emplearse en los duraznos en verano, debido a que causa daños a los árboles así como a otras frutas que se maduran poco tiempo después de los rocíos, a causa del exceso de residuos al tiempo de la recolección. Un rocío de 3 libras de derris o cube para 100 galones de agua mata muchos escarabajos por contacto, pero sus residuos sólo ahuyentan a los insectos durante 7 ó 10 días, pudiendo usarse sin temor en todas las cosechas y plantas de ornato, aunque su período de protección es corto y los resultados varían de año en año debido a la variación en la composición de los productos naturales.

Hasta ahora el DDT es la sustancia más eficaz para matar los escarabajos de las plantas y para proteger la fruta y follaje contra sus ataques tardíos. Los polvos que contienen DDT generalmente no son satisfactorios, porque su mala adhesión requiere repetidas aplicaciones a intervalos relativamente cortos. El DDT en forma de polvo humedecible o de emulsión, mezclado con agua en proporción de una libra de DDT para 100 galones y aplicado con un rociador hidráulico, matará los insectos en las manzanas y duraznos que maduran temprano, en las cerezas, melocotones, ciruelas y uvas y evita el restablecimiento de los insectos en las plantas. Generalmente una aplicación es suficiente para proteger las plantas hasta que se recolecta la cosecha, pudiendo necesitarse una segunda aplicación después de la recolección para proteger el nuevo crecimiento. Generalmente una sola aplicación es suficiente para proteger el follaje de la fruta que se madura a fines del verano o principios de otoño, y una o dos aplicaciones han bastado para proteger los árboles de sombra y las plantas ornamentales durante todo el verano. En los plantíos pequeños de maíz pueden evitarse los daños a las mazorcas en desarrollo aplicando rocíos o espolvoreándolos con un polvo al 10% cuando el 25% de las mazorcas tienen filamentos, repitiendo la operación tres días más tarde.

Los rocíos concentrados de DDT aplicados desde aeroplanos o con esparcidores de rocíos son eficaces para reprimir los escarabajos en las grandes superficies sembradas de maíz y en las aspersiones en gran escala de árboles de sombra y plantas ornamentales, pero no han dado una represión satisfactoria en los huertos. Los rocíos que contienen 1.5 libras de DDT en forma de emulsión o polvo humedecible en 5 galones de agua se han empleado sin causar daños a las plantas. Las soluciones aceitosas que contienen una libra de DDT por galón han causado ciertos daños al follaje de los árboles, plantas ornamentales y maíz.

Se han probado varios hidrocarbones clorinados y otros nuevos insecticidas como sustitutos para el DDT desde 1943. Los resultados preliminares de esas pruebas en el laboratorio y en el campo son sumariamente los siguientes: Una

mezcla de cicloneno de piperonil, piretrina y rotenona y resina de cube causa una parálisis temporal pero mata pocos insectos y proporciona escasa protección a las plantas. La riania, clordano, toxafeno, aldrina y dieldrina son poco eficaces. El hexacloruro de benzol sólo protege las plantas durante unos cuantos días y los resultados obtenidos con el parathion y el oxígeno análogo del parathion fueron semejantes a los obtenidos con el hexacloruro de benzol. El TDE y el análogo etóxico del TDE son ligeramente inferiores al DDT.

El metoxiclor es prácticamente tan eficaz como el DDT para proteger las cosechas de huerto, el maíz, los árboles de sombra y las plantas de ornato, y como es definitivamente menos tóxico que el DDT para el hombre y los animales de sangre caliente, su empleo ofrece ciertas ventajas en las cosechas forrajeras, en las frutas que se maduran temprano en el verano y en otras circunstancias en que el empleo del DDT no es de desearse.

El envenenar la savia de una planta es un método nuevo para protegerla contra los ataques de los escarabajos. En pruebas preliminares se aplicó pirofosforamina de octamenil en agua a la tierra, en proporciones hasta de 200 libras por acre. El material no causó daños a las plantas, que absorbieron una cantidad suficiente del mismo para disminuir ligeramente la alimentación de los escarabajos. Aunque la protección suministrada en esta prueba preliminar no fue suficiente, el método parece ofrecer algunas posibilidades.

Se han diseñado muchos tipos diferentes de trampas y se han preparado y probado varios cientos de cebos. La trampa más eficaz es una que se pinta de color amarillo primario, con un cebo consistente en una mezcla de geraniol y eugenol o de anetol y eugenol. Aunque las sustancias mencionadas atraen los escarabajos de las áreas próximas y, por tanto, aumentan su número en la vecindad inmediata de ellas, se calcula que no se captura más del 25% de los escarabajos. Las trampas no pueden considerarse como métodos satisfactorios de represión para proteger las plantas contra los ataques de los escarabajos, pero son de valor considerable para determinar la presencia de los insectos en localidades que se encuentran fuera de las áreas de infestación conocidas y el Departamento de Agricultura utiliza anualmente miles de esas trampas para descubrir nuevas infestaciones.

El césped en los parques, prados y campos de golf puede protegerse contra los daños de las larvas mediante procedimientos de inmunización contra ellas que se desarrollaron en el Laboratorio del Escarabajo Japonés hace aproximadamente 25 años. La abundancia de larvas en un césped puede destruir la hierba en poco tiempo, y se han efectuado pruebas continuas para desarrollar mejores sustancias para la inmunización de los céspedes y para determinar el período de eficacia de diferentes tratamientos en diversos tipos de tierra y bajo condiciones variables.

Algunos métodos de fumigación son eficaces, tales como los tratamientos con emulsiones diluidas que contengan disulfuro de carbono, bromuro de metilo o dibromuro de etileno, pero tienen que aplicarse anualmente. Se han desarrollado otros materiales que conservan su eficacia durante cierto número de años.

Se ha empleado el arseniato de plomo en proporción de 435 libras por acre para inmunizar el césped contra las larvas desde 1929, siendo el más tóxico para los céspedes entre los diferentes compuestos de arsénico que se han probado. La inmunización contra las larvas tiene una eficacia de 5 años o más. Sin embargo, el arseniato de plomo tiene varias características perjudiciales. Es un veneno de acción lenta; su eficacia y duración varían grandemente en diversas tierras debido a sus reacciones con los diferentes elementos constitutivos de ellas; disminuye la

eficacia de ciertos fertilizantes, y finalmente, a veces hace difícil el establecimiento adecuado del césped recién sembrado.

El DDT y el clordano son eficaces y prácticos, y al igual que el arseniato de plomo, matan las larvas mientras se alimentan en las raíces o penetran en la tierra, destruyendo las larvas recién nacidas más rápidamente que las más grandes y que tienen más tiempo. Dan mejores resultados a temperaturas elevadas y producen escasos o ningunos resultados a temperaturas inferiores a 50° F. cuando las larvas se encuentran prácticamente inactivas. Los fertilizantes comunes y los acondicionadores de tierra no afectan el DDT ni el clordano, y ninguno de ellos parece interferir con la acción de los fertilizantes en las plantas, siendo las variedades de céspedes comunes tolerantes a ambas sustancias.

El DDT aplicado en proporción de 25 libras por acre al césped ya establecido mata las larvas aproximadamente dos veces más rápidamente que el arseniato de plomo empleado en proporción de 435 libras por acre. Se obtienen resultados igualmente satisfactorios cuando se aplica el DDT en forma de polvo o de rocío, pudiendo emplearse ya sea un polvo humedecible o una emulsión para preparar los rocíos. Cuando el DDT se aplica tarde durante el otoño o en primavera, puede esperarse que destruirá aproximadamente una tercera parte de las larvas totalmente crecidas en la tierra antes de que se conviertan en adultos en junio. Ambos tratamientos, sin embargo, eliminarán prácticamente para mediados de septiembre todas las larvas de la siguiente progenie anual que se incuben durante el verano. No se ha precisado el número de años que una aplicación de DDT conserva su eficacia para inmunizar los céspedes. Los tratamientos experimentales más antiguos, aplicados en la primavera de 1944, han eliminado ocho progenies anuales sin que haya síntomas de que su eficacia disminuya.

El DDT ha reemplazado en gran parte el arseniato de plomo en la inmunización de céspedes, porque mata las larvas más rápidamente, sufre menos la influencia de las condiciones de la tierra, conserva su eficacia durante el mismo tiempo y hay menos probabilidad de que dañe los céspedes. En 1952 era más barato que el arseniato de plomo.

El clordano en proporción de 10 libras por acre mata las larvas dos veces más rápidamente que el DDT empleado en proporción de 25 libras por acre. Un tratamiento aplicado en septiembre cuando las larvas maduras están activas, matará más del 90% de ellas en un período de tres semanas. Sin embargo, si el tratamiento se aplica a fines de otoño o principios de primavera, cuando las larvas están inactivas, morirán pocas de ellas hasta fines de primavera, no habiéndose determinado el período de tiempo en que continúa la eficacia de una aplicación de clordano. Los primeros tratamientos experimentales aplicados en la primavera de 1947 en New Jersey, Connecticut, Massachusetts, han eliminado cinco progenies anuales, y como el clordano mata las larvas más rápidamente que el DDT, es más eficaz para disminuir las poblaciones de larvas en primavera y otoño. Cuando se descubre una grave infestación durante esas estaciones pueden evitarse más rápidamente los daños al césped con una aplicación de clordano que empleando DDT, aunque ambas sustancias se emplean ahora extensamente para inmunización contra las larvas.

Entre los numerosos compuestos orgánicos que se han probado como inmunizantes contra las larvas desde 1946, se han obtenido los mejores resultados con la aldrina y dieldrina. Cualquiera de ellas, en proporción de 3 libras por acre, mata las larvas 1.5 veces más rápidamente que 10 libras de clordano y 4 veces más rápidamente que 25 libras de DDT, siendo los céspedes comunes tolerantes a ellas. Los experimentos no tienen todavía el tiempo suficiente para precisar si los efectos de la aldrina o dieldrina duran bastante tiempo para justificar su recomendación como inmunizantes.

Pueden reprimirse las infestaciones aisladas de los escarabajos en localidades alejadas de las áreas generales de infestación y detenerse el rápido crecimiento normal de sus poblaciones tratando la tierra con DDT en proporción de 25 libras por acre. Esto se ha demostrado con infestaciones semejantes en North Carolina, en donde se trataron aproximadamente 250 acres en 1945. El número de escarabajos disminuyó a un nivel sumamente bajo y no ha aumentado mucho desde entonces. En contraste, la infestación en una área cercana no tratada aumentó rápidamente y se propagó a todo el territorio. Puede emplearse DDT o clordano para el tratamiento de infestaciones aisladas.

Se han desarrollado tratamientos químicos para las frutas y legumbres a fin de permitir su envío a áreas donde no ocurre el escarabajo. Los remitentes pueden escoger el tratamiento que sea más apropiado para sus necesidades y que cause menos daños a los productos. El disulfuro de carbono vaporizado en proporción de 10 libras por cada 1,000 pies cúbicos en una cámara cerrada fue el primer método que se empleó para matar los escarabajos adultos en las cajas de moras, zarzamoras, frambuesas y fresas, pero a causa del peligro de explosión, esa sustancia se ha reemplazado con óxido de etileno o bromuro de metilo, que no son explosivos en las concentraciones en que se emplean y que son igualmente eficaces para la fumigación de frutas y legumbres. El tratamiento con DDT ha reemplazado los procedimientos de fumigación en las papas y cebollas enviadas en sacos, porque es más barato y fácil de aplicar bajo condiciones comerciales. Los furgones refrigerados se tratan esparciendo una onza de DDT al 10% por cada 2,500 pies cúbicos en los furgones cargados, y los camiones con cajas herméticas se tratan aplicando una onza del polvo antes y después de cargarlos.

Se han desarrollado métodos para el tratamiento de la tierra alrededor de las raíces de las plantas para que los viveros e invernaderos que se encuentran dentro de las áreas infestadas puedan continuar haciendo negocio con otras regiones del país. La fumigación con disulfuro de carbono o bromuro de metilo en cámaras cerradas, la mezcla de escamas de naftalina al material o el calentamiento de la masa a 130° F., manteniéndola a esa temperatura durante 30 minutos, destruye todas las etapas prematuras del escarabajo en la tierra, en los fertilizantes y en los abonos en descomposición que se emplean en las plantas de tiesto. Durante las estaciones en que sólo ocurren larvas, puede fumigarse la tierra con cloropicrina o con una mezcla de dibromuro y dicloruro de etileno. Con esos tratamientos es necesario cribar la tierra cuando hay escarabajos presentes para evitar las reinfestaciones, y la mezcla de DDT, clordano o arseniato de plomo a los materiales de tiestos destruirán las infestaciones que ocurran al tiempo de la aplicación, así como cualquiera infestación que pueda introducirse durante los dos años siguientes.

Uno de los primeros tratamientos empleados para destruir las infestaciones alrededor de las raíces de las plantas antes del arado de los campos era la aplicación de una emulsión diluida de disulfuro de carbono, y más tarde se prepararon las emulsiones de bromuro de metilo o dibromuro de etileno-dicloruro de etileno, que reemplazaron al disulfuro de carbono. Los tratamientos han sido satisfactorios y prácticos en los pequeños viveros, pero generalmente son impracticables en los grandes establecimientos, y para el tratamiento de grandes campos se desarrolló la aplicación de arseniato de plomo en proporción de 1,000 libras por acre. La tierra se analiza cada año y se reponen los insecticidas perdidos. El DDT en proporción de 25 libras por acre o el clordano en proporción de 10 libras por acre han reemplazado al arseniato de plomo para el tratamiento de material de viveros.

Cuando las plantas crecen en el campo en parcelas no certificadas, pueden

destruirse las infestaciones sumergiendo las raíces en agua a una temperatura de 112° o en una emulsión diluida de disulfuro de carbono, dicloruro de etileno o dibromuro de etileno-dicloruro de etileno, o fumigándolas con bromuro de metilo en una cámara cerrada.

El empleo de estos métodos por los dueños de viveros y otras personas para el tratamiento de frutas, legumbres y material de viveros a fin de satisfacer los requisitos de la cuarentena contra el escarabajo japonés se discute más detalladamente en el capítulo titulado "¡Prohibida la entrada a los escarabajos!", en la página 654.

El hecho de que el escarabajo, aunque común en Japón, no constituya una plaga de gran importancia, sugiere la existencia de insectos u otros enemigos que lo mantuvieron bajo control, y desde 1920 a 1933 se efectuó una búsqueda de los enemigos del escarabajo en Japón y otros países, encontrándose que un número relativamente grande de insectos parásitos y de presa atacan las varias etapas del escarabajo japonés y especies relacionadas. Se enviaron alrededor de 49 especies de insectos parásitos y de presa desde Japón, Corea, Formosa, China, India, Australia y Hawaii al laboratorio del Departamento en New Jersey. Algunos de ellos se soltaron inmediatamente en el área infestada por el escarabajo y otros se emplearon para estudios posteriores o se propagaron para suministrar parásitos adicionales para liberación subsecuente.

Cinco especies de insectos parásitos importados se han establecido en el área infestada por el escarabajo. Dos de ellos, la Tifia de primavera *(Tiphia vernalis)* de Corea y la Tifia de verano o de otoño *(Tiphia popilliavora)* de Japón, han quedado bien establecidas, y son una de las causas importantes de declinación en las cantidades de los escarabajos japoneses en el área infestada más antigua. Ambos parásitos son avispas que atacan las larvas del escarabajo y que depositan sus huevos en los cuerpos de las larvas. La larva que se incuba del huevo se alimenta en la larva del escarabajo y la destruye. Las primeras colonias de las Tifias de primavera se liberaron en New Jersey en 1926, y para 1951 se había liberado un total de 2,018 colonias en 14 Estados, desde New Hampshire a North Carolina y hacia el oeste hasta Ohío. Las autoridades estatales, empleando avispas recolectadas localmente en los sitios de las primeras liberaciones hechas por el Departamento, soltaron algunos cientos más de colonias. La Tifia de otoño se liberó por primera vez en 1921 en New Jersey, y para 1951 se habían liberado 767 colonias en 9 Estados.

Se hicieron investigaciones entre 1935 y 1951 para determinar la distribución de la Tifia de primavera y se encontró que a fines de la estación de 1951 el parásito se encontraba generalmente bien distribuido en una área de unas 5,300 millas cuadradas en el este de Pennsylvania, Delaware y sur de New Jersey. Se encontró también en muchos lugares aislados en el territorio infestado por los escarabajos fuera de esa área. Como la avispa sólo ataca la etapa de larvas del escarabajo en la tierra, cualquier cálculo de la eficacia del parásito debe basarse en el número real de larvas atacadas por el mismo en proporción al total de todas las etapas del escarabajo encontradas en la tierra durante las investigaciones. Esas investigaciones descubrieron una parasitización de 19 a 61% con un promedio general aproximado de 43%. La Tifia de primavera es el más eficaz de los insectos parásitos del escarabajo que se han introducido, pero los demás parásitos establecidos contribuyen también a la disminución de las poblaciones de la plaga.

Se han estudiado los insectos parásitos nativos, así como los de presa, de las larvas blancas, que ocurren en las áreas infestadas por el escarabajo japonés, a fin de precisar hasta qué grado atacan los escarabajos. En ocasiones se han encontrado larvas atacadas por avispas Tifias nativas y se encontró que una especie de *Ptilodexia,* una mosca que se conoce como parásita de las larvas blancas,

ataca las larvas del escarabajo japonés en tal forma que sugería la posibilidad de que sea de importancia para su represión biológica. Con esa sola excepción los parásitos e insectos de presa nativos parecen tener un papel sin importancia en la represión del escarabajo.

Las primeras observaciones indicaron que las larvas estaban sujetas a varias enfermedades y hay alrededor de 25 microorganismos diferentes de la tierra que pueden causar enfermedades en algunas etapas del escarabajo japonés. Entre ellos se encuentran las bacterias, hongos, protozoarios, nemátodos y virus, habiéndose encontrado que las bacterias que causan la enfermedad lechosa de las larvas del escarabajo japonés son las más importantes entre esos organismos. Las bacterias *Bacillus popilliae* y *B. lentimorbus* producen la formación esporos, y la primera, que es la más importante, causa el tipo A de la enfermedad lechosa que se discute en forma más completa principiando en la página 443.

Otra enfermedad encontrada en las larvas del escarabajo japonés es la enfermedad azul, llamada así debido al tinte azulado que toman las larvas infestadas, creyéndose que el organismo que la causa es un virus. La enfermedad parece ser muy grave y puede prestarse a ser empleada en gran escala en forma semejante a la enfermedad lechosa.

Varias especies de nemátodos, pequeños gusanillos microscópicos que se encuentran comúnmente en la tierra, causan una mortandad considerable en las larvas y son un factor importante en su represión biológica. Sin embargo, su eficacia depende mucho más de las condiciones favorables de clima y de tierra que en la enfermedad lechosa.

Varias especies de hongos atacan al escarabajo japonés, siendo el más importante de ellos el hongo verde de la muscardina, *Metarrihizium anisopliae,* que está muy extendido y que en condiciones favorables es importante en la represión biológica del escarabajo japonés.

Charles H. Hadley *fue entomólogo de la división de investigaciones sobre insectos frutales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y estuvo a cargo de las investigaciones sobre el escarabajo japonés con oficinas en el Laboratorio de Investigación del Escarabajo Japonés en Moorestown, New Jersey, hasta que se retiró en 1952.*

Walter E. Fleming *es también entomólogo, que reemplazó a Charles H. Hadley en el Laboratorio de Moorestown y que está encargado de esa estación.*

¡Prohibida la entrada a los escarabajos!

William Middleton y Timothy C. Cronin

Tres años después de que el escarabajo japonés se descubriera en New Jersey el Departamento de Agricultura de aquel Estado estableció una cuarentena para tratar de evitar la propagación del mismo. El esfuerzo no tuvo éxito y en 1919 el escarabajo había comenzado su marcha inexorable. En su nueva vecindad encontró muchas plantas en las que podía alimentarse, extensas áreas de césped para reproducirse y ninguno de los enemigos naturales que lo habían detenido en su nativo Japón.

A causa de ello el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica pidió el establecimiento de una cuarentena federal.

La resolución se puso en vigor por medio de la Ley de Cuarentena de Plantas de 1912, que autorizó al Secretario de Agricultura para establecer cuarentenas en cualquier Estado, territorio o distrito en donde creyera que esa medida era necesaria para evitar la propagación de un insecto peligroso o de alguna enfermedad de plantas y para cooperar con cualquier Estado, territorio o distrito en relación con cualquier cuarentena que pudieran establecer.

Las cuarentenas federales se aplican solamente a los movimientos interestatales de artículos reglamentados y, por tanto, hay Estados enteros que quedan bajo cuarentena. Si es necesario evitar o retrasar la propagación de una plaga en una zona no infestada de algún Estado bajo cuarentena federal, debe emplearse la autoridad necesaria para controlar los movimientos dentro del Estado; el Secretario designa el área reglamentada dentro del Estado y un funcionario estatal establece una cuarentena idéntica al ordenamiento federal en cuanto a área, artículos y condiciones.

La orden de cuarentena original del Secretario contra el escarabajo japonés entró en vigor el 1º de julio de 1919, bajo la dirección de la Junta Hortícola Federal con la cooperación de la Oficina Federal de Entomología y del Estado de New Jersey. La cuarentena prohibió el movimiento de mazorcas verdes de maíz, excepto bajo inspección y certificación de estar exentas de escarabajos en las tres municipalidades del Condado de Burlington, New Jersey, en donde el escarabajo se encontró primeramente en este país.

A medida que el insecto continuó propagándose naturalmente y que se supo más sobre él, se hicieron cambios en las áreas reglamentadas y se restringieron materiales adicionales. En 1920 el área reglamentada bajo cuarentena federal se extendió hasta incluir una pequeña parte del Estado adyacente de Pennsylvania, restringiéndose el movimiento de productos agrícolas en general, material de viveros e invernaderos y tierras. En 1924, se puso al Estado de Delaware bajo cuarentena, y en 1926 esa cuarentena se extendió a New York y Connecticut. Mientras tanto, se hacían cambios adicionales en las reglamentaciones relativas a los movimientos de materiales y a los procedimientos de cuarentena, y en ciertas condiciones se prohibió por completo el envío de algunos artículos. Para 1937 la cuarentena federal se había extendido hasta incluir todos los Estados que quedaron reglamentados el 30 de junio de 1951.

El 30 de marzo de 1951 se tuvo una audiencia pública en Washington, Distrito de Columbia, para determinar si debía revocarse o continuarse la cuarentena o si debía extenderse a otros Estados. Concurrieron a esa audiencia muchos funcionarios estatales y representantes de la industria, y la opinión fue unánime contra la revocación de la cuarentena. Por tanto, la cuarentena federal se extendió hasta incluir North Carolina el 14 de agosto de 1951.

En 1952 se encontraban bajo cuarentena el Distrito de Columbia y 15 Estados más y estaban completamente reglamentados los Estados de Connecticut, Delaware, Maryland, Massachusetts, New Jersey, Rhode Island y el mismo Distrito de Columbia. Los Estados de Maine, New Hampshire, New York, Ohío, Pennsylvania, Vermont, Virginia, West Virginia y North Carolina estaban parcialmente reglamentados, y el área bajo reglamentaciones de cuarentena federal alcanzaba un total aproximado de 172,000 millas cuadradas, o sea aproximadamente un vigésimo del área total de los Estados Unidos de Norteamérica. Algunas localidades se encontraban bajo reglamentaciones estatales en Ohío, North Carolina, Virginia, West Virginia y Missouri.

Las disposiciones de la cuarentena en 1952 prohibían el envío de escarabajos vivos a localidades no reglamentadas y controlaban los envíos de productos y materiales que podían albergar los insectos, tales como tierras, turbas, abonos

y estiércol, materiales de viveros e invernaderos y frutas y legumbres frescas. Había también disposiciones para limpiar y tratar vehículos y aeroplanos a fin de destruir o remover los escarabajos antes de que esos medios de transportación llegaran a áreas no reglamentadas, y había también varias exenciones, condiciones que determinaban la aplicabilidad de las restricciones de cuarentena y formas de llevarlas a cabo.

El problema de evitar la propagación del escarabajo y permitir al mismo tiempo los movimientos de artículos reglamentados es muy complejo. Como en un principio se sabía muy poco sobre el insecto o su represión, las primeras medidas de cuarentena contenían pocos métodos prácticos que permitieran el movimiento de materiales reglamentados, y esa cuarentena de tipo de embargo ocasionaba quejas y reclamaciones de los remitentes de plantas y productos agrícolas, que solicitaban toda clase de facilidades, incluyendo la extensión de las áreas reglamentadas adonde pudieran hacerse envíos con toda libertad. Aun en aquel entonces se veían con buenos ojos las necesidades de los remitentes, pero había cierta resistencia a la rápida expansión de las áreas reglamentadas a causa del deseo de evitar la cuarentena y de la esperanza de retrasar la propagación.

Tenían que considerarse los intereses en conflicto para el desarrollo de una política adecuada. La política inmediata consistía en extender las áreas reglamentadas y conocer más sobre el insecto en sí. Se colocaron bajo reglamentación grandes áreas en los Estados sujetos a cuarentena, porque se encontraron cantidades relativamente pequeñas de escarabajos en localidades aisladas. Un cuerpo de entomólogos federales y estatales y otros investigadores cooperaron con los funcionarios de la cuarentena y con la industria en la investigación correspondiente. La naturaleza y cantidad de la formación requerida hizo que se necesitaran extensos estudios, y todo esto, como es natural, retrasó los cambios que eran de desearse en los procedimientos de cuarentena, así como los métodos para ponerlos en práctica. Las necesidades básicas consistían en determinar los riesgos de la propagación artificial, los métodos para descubrir la presencia y distribución del insecto y el descubrimiento de métodos de represión y certificación seguros, eficaces y baratos.

A principios del desarrollo de la cuarentena, las reglamentaciones dividieron en dos partes los trabajos de certificación. Una fase se relacionaba con las larvas, huevos y crisálidas que se encontraban en las raíces de las plantas y en la tierra y que eran un problema continuado durante todo el año. La otra comprendía solamente el escarabajo adulto, que podía transportarse en los productos agrícolas y florales, lo que sólo constituía un problema cuando se encontraban adultos presentes. Se continuó esa división de trabajos, pero la parte relacionada con el escarabajo adulto se subdividió más tarde para incluir el estudio de su diseminación por medio de vehículos, incluyendo los aeroplanos.

Los productores afectados, así como los remitentes de productos agrícolas y de plantas, resultaban perjudicados con la cuarentena, pero los más seriamente afectados eran los viveros e invernaderos que estaban reglamentados durante todo el año y que se encontraban en toda el área reglamentada. Entre ellos se hallaban grandes organizaciones comerciales que producían muchas variedades de plantas en condiciones diferentes, así como pequeños especialistas, enviando todos ellos sus productos a todo el país. Al principio la certificación de plantas se hacía casi completamente bajo la base de que estuvieran libres de tierra, pero esto no siempre era práctico, por lo que se necesitaban métodos alternativos para emplearse bajo diversas condiciones.

Un tratamiento práctico para certificación requiere un mínimo de sustancias químicas, tiempo, equipo y trabajo, así como límites de temperatura

razonables. Los procedimientos tienen que adaptarse también al trabajo de rutina en la industria, y en un principio el desarrollo de los tratamientos quedaba limitado por los requisitos de cuarentena de que la muerte de los insectos debe ocurrir antes de la certificación, requisito que disminuía el margen de seguridad entre la mortalidad de los insectos y los daños a las plantas. En aquel entonces había pocos insecticidas disponibles.

Durante los años siguientes se aprobaron los tratamientos con disulfuro de carbono, arseniato de plomo, calor, paradiclorobenzol y naftalina. Muchos productores de plantas empleaban esos tratamientos, pero los establecimientos reglamentados se encontraban todavía en desventaja al tratar de competir con los establecimientos no reglamentados.

Comenzando a fines de la década de 1930, el desarrollo de insecticidas con acción residual hizo posible la autorización de tratamientos más prácticos como base para la certificación. Ese desarrollo tuvo un efecto importante en el programa de cuarentena, ya que puso a la disposición de los grandes y pequeños productores de plantas, así como de los remitentes, una serie de métodos alternativos para el tratamiento de sus productos. Aunque no hay un tratamiento bueno para todo, pueden escoger actualmente entre 16 tratamientos eficaces y de bajo costo, que pueden aplicarse sin riesgo a la mayoría de los artículos reglamentados. Los tratamientos pueden aplicarse antes del embarque o al momento de hacerlo, y algunas de las sustancias empleadas son el bromuro de metilo, dicloruro de etileno, dibromuro de etileno, DDT y clordano. Todos los tratamientos para certificación deben aplicarse bajo la vigilancia de un inspector de cuarentena. El establecimiento suministra todo el material y mano de obra y asume todo riesgo de daño. Antes de someter al tratamiento grandes cantidades de plantas, se hace que los propietarios de plantas sometan a prueba algunas muestras para cerciorarse de su tolerancia.

Una tabla que se inserta en la página 659 muestra las cantidades de plantas, tierra para tiestos y áreas productoras de plantas tratadas para certificación de cuarentena desde 1924 hasta 1950 e ilustra el volumen de los materiales certificados después de su tratamiento con las nuevas sustancias químicas desde fines de la década de 1930. En 1950, más de 400 cultivadores comerciales de plantas en 15 Estados y el Distrito de Columbia emplearon uno o más de esos tratamientos a fin de conseguir que se permitiera el envío de plantas bajo certificación de cuarentena. Aunque los tratamientos se emplearon con el fin de certificar los materiales afectados por la cuarentena, los cultivadores que tuvieron necesidad de emplearlos obtuvieron importantes beneficios adicionales incluyendo la represión de los daños causados por el escarabajo japonés y por muchos otros insectos, hierbas y hongos. Por ejemplo, se ha informado que el tratamiento de la tierra con clordano reprime el picudo Taxus; que el DDT y el bromuro de metilo reprimen otros insectos que habitan en la tierra; que la cloropicrina reprime los hongos, y el disulfuro de carbono las hierbas.

SE REQUIEREN DISPOSICIONES ESPECIALES DE CUARENTENA para los productos de granjas, que se aplican solamente durante el verano en áreas donde la abundancia y actividad de los escarabajos adultos constituyen un riesgo de propagación debido al movimiento de esos artículos. En general sólo quedan comprendidos los envíos comerciales. Se desarrollaron en forma coincidental con el desarrollo de tratamientos para plantas y tierras algunos métodos prácticos para tratar los productos para su embarque bajo certificación, y en 1951 el tratamiento más generalmente empleado era la fumigación con bromuro de metilo.

Antes de que quedaran disponibles estos nuevos y más eficaces tratamientos, los métodos de certificación requerían los servicios de muchos inspectores para la

CANTIDADES Y VALORES POR ESTADOS DE LOS MATERIALES CERTIFICADOS DESDE JULIO DE 1950 HASTA JUNIO DE 1951

	Materiales certificados				
Estados	*Plantas*	*Productos de granjas*	*Flores cortadas*	*Tierra*	*Valor de artículos certificados*
	Total	*Furgones y camiones*	*Paquetes*	*Libras*	*Dólares*
Connecticut	7.130,706	.....	.....	171,283	515,373
Delaware	11.730,189	531	75	10	2.476,347
Distrito de Columbia ..	12,304	152	1,667	2,450	312,487
Maine	60,843	.....	.....	....	9,563
Maryland	13.087,235	915	1,340	4,543	1.926,465
Massachusetts	618,278	.....	.....	10,827	213,773
New Hampshire	463,863	.....	.....	....	36,362
New Jersey	6.050,797	853	285	3,823	2.355,886
New York	31.453,123	67	4	2.837,759	1.089,581
North Carolina	1.086,183	98	1,407	50	122,780
Ohío	19.686,525	.....	.....	94,357	3.047,905
Pennsylvania	11.841,263	427	2,913	641,421	1.987,937
Rhode Island	468,601	.....	.....	100	238,732
Vermont	14,494	.....	.....	....	7,082
Virginia	11.521,799	1,337	3,783	224,433	1.866,911
West Virginia	1.073,030	74	.....	14,780	220,452
TOTALES	116.308,323	4,454	11,474	4.005,836	16.427,636

inspección de plantas en volumen bajo una base o tratamiento de ejemplar por ejemplar, así como para otras actividades de certificación. Debido a los progresos alcanzados en los métodos, sustancias y equipo, la industria en general ha encontrado más aceptables las disposiciones de cuarentena y se requiere menos personal para los servicios de inspección.

En esa forma, actualmente, y a pesar de una mayor área reglamentada, del mayor número de establecimientos, del mayor volumen de certificaciones y de los altos costos, se está dando una protección razonable a las partes no infestadas de los Estados Unidos de Norteamérica. Las actuales actividades permiten la descentralización del personal de inspección, que se distribuye en localidades convenientes bajo una base de trabajo existente.

El mayor conocimiento de la cuarentena, los métodos de certificación más eficaces y menos costosos y un aumento en la comprensión de los objetivos de la cuarentena han facilitado el problema de su cumplimiento. Sin embargo, todas las actividades de tratamiento e inspección quedan bajo la observancia directa de los inspectores y se está verificando su cumplimiento en forma regular durante todo el año en las terminales de correos, exprés y carga. Se hacen también verificaciones especiales y en estación cuando se requieren, especialmente en las carreteras.

A FINES DE LA DÉCADA DE 1930 SE ACEPTABA que el escarabajo podía transportarse rápidamente a grandes distancias por medio de los aeroplanos, llegando a las áreas no reglamentadas desde los aeropuertos del Este donde ocurrían los insectos. Las investigaciones demostraron que sólo en unos cuantos aeropuertos se encontraban escarabajos en cantidades suficientes para requerir medidas de protección, y los inspectores estacionados en esos lugares, trabajando en conjunto con el personal de los aeropuertos, podían verificar los riesgos de propagación. Se conservaban cerradas las aberturas de los aviones excepto durante la

SUSTANCIAS QUÍMICAS EMPLEADAS EN LOS ESTABLECIMIENTOS PRODUCTORES DE PLANTAS EN LOS TRATAMIENTOS DE CUARENTENA DEL ESCARABAJO JAPONÉS (1924-1950)

Sustancias	*Período de empleo*	*Plantas*	*Tierra para tiesto*	*Superficie*
		Total	*Yardas cúbicas*	*Pies cuadrados*
Disulfuro de carbono	1924-50	262,639	52,714	457,213
Arseniato de plomo	1924-50	4.335,425	162	38.442,721
Naftalina	1920-50	....	557	500,576
Paradiclorobenzol	1934-42	692,676	......	....
Bromuro de metilo	1939-50	15.192,561	383	....
Dicloruro de etileno	1942-50	6.826,024	......	....
Cloropicrina	1943-50	....	446	....
Dibromuro de etileno	1945-50	3.522,333	242	102,999
DDT	1946-50	40.975,031	3,765	63.459,413
Clordano	1948-50	720,833	180	6.619,966
Etileno-dibromuro-clordano .	1948-50	731,214	......	....
TOTALES		73.258,736	58,449	109.582,888

carga, y los escarabajos se removían del pasaje y de la carga, examinándose el interior de los aviones y removiendo los escarabajos que se encontraban.

Esas medidas de vigilancia tuvieron que extenderse más tarde a otros aeropuertos, pero aun así resultaron inadecuadas cuando aumentaron las cantidades de escarabajos en los aeropuertos, intensificándose entonces los esfuerzos para encontrar rocíos que pudieran aplicarse a los interiores y a las superficies de los aviones para matar los insectos. Se desarrollaron rocíos residuales y espaciales satisfactorios de DDT-piretro, aplicados con recipientes parecidos a bombas, y que se emplearon como un auxiliar en las inspecciones. Estos procedimientos continúan llevándose a cabo en los principales aeropuertos militares y comerciales en las áreas gravemente infestadas del Este, y desde que se inició el programa los inspectores y el personal militar y comercial han matado cientos de miles de escarabajos. Durante la estación de 1951 se hicieron más de 3,000 aplicaciones residuales y 12,000 espaciales.

Como prueba de la eficacia de los tratamientos, se han removido escarabajos muertos y próximos a morir de los aviones tratados con destino final en este país y en el extranjero. Otra evidencia adicional son los resultados, generalmente negativos, de las capturas especiales anuales por medio de trampas en los principales aeropuertos en las zonas no reglamentadas de los Estado Unidos de Norteamérica. Los investigadores han iniciado trabajos para encontrar un rocío aceptable de una sola aplicación que pueda aplicarse antes de los vuelos a los interiores de los aviones, incluyendo los compartimientos ocupados de pasajeros.

Además de los tratamientos de aviones, se han empleado rocíos de DDT para el follaje, así como trampas en muchos aeropuertos, para disminuir las poblaciones de los escarabajos.

A pesar de las oportunidades disponibles para la diseminación de los escarabajos en la tierra, plantas, productos de las mismas y por medio de vehículos y aviones, la propagación no parece estar en proporción a los riesgos existentes, según lo indican los resultados de las inspecciones anuales y la ausencia de informes de que ocurran escarabajos por los observadores privados. El escarabajo japonés generalmente es bien conocido, debido a la gran publicidad que ha tenido, y no es probable que se vuelva muy abundante en cualquier área sin ser reconocido.

SUMARIO DEL PROGRAMA DE BÚSQUEDA Y CAPTURA POR ESTADOS

	Número de localidades		
Estados sin cuarentena	*Investigaciones*	*Negativas*	*Positivas*
Florida	105	99	6
Georgia	220	208	12
South Carolina	154	145	9
North Carolina	320	242	78
Tennessee	131	125	6
Kentucky	100	93	7
Indiana	113	96	17
Illinois	146	133	13
Michigan	91	73	18
Estados bajo cuarentena: investigaciones en áreas no reglamentadas.			
Maine	52	40	12
New Hampshire	17	16	1
Vermont	57	50	7
New York	381	314	67
Pennsylvania	20	12	8
Virginia	137	91	46
West Virginia	109	86	23
Ohío	479	418	61

No se han capturado escarabajos al oeste del Mississippi en el transcurso de los años hasta 1951, con excepción de dos en Fort Madison, Iowa; uno en Kansas City y uno en la base aérea de Olathe, Kansas; uno en el aeropuerto de New Orleans, uno en el aeropuerto de Kansas, uno cerca del aeropuerto municipal de Los Angeles y las capturas anuales en St. Louis.

Al este del Mississippi y hasta 1951 se ha encontrado por lo menos un escarabajo en cada localidad en todos los Estados, con excepción de Alabama, Mississippi y Wisconsin.

En la tabla adjunta se da el número de localidades por Estados que se han inspeccionado y los resultados obtenidos hasta 1950. No se efectúan investigaciones de este tipo en los Estados o partes de Estado bajo reglamentación.

Varios cientos de establecimientos de cultivo de plantas fuera de las áreas federales reglamentadas han efectuado búsquedas especiales incluidas en un programa anual de captura para determinar la distribución del escarabajo. Los que se encuentran cercanos a las áreas reglamentadas y a las áreas aisladas de control reciben una inspección más minuciosa, y cuando se encuentran escarabajos, esos sitios se colocan inmediatamente bajo condiciones de cuarentena estatal semejantes a las reglamentaciones de la cuarentena federal y bajo supervisión federal.

Aunque los primeros intentos de extirpación no tuvieron éxito, continúa el interés en la represión. En 1927 los funcionarios estatales, en cooperación con el Gobierno Federal, iniciaron la práctica general de aplicar tratamientos de represión en infestaciones aisladas para demorar la extensión de las reglamentaciones de cuarentena y evitar el aumento de los escarabajos. Los tratamientos superficiales de la tierra con una emulsión de disulfuro de carbono para ese fin sólo fueron parcialmente eficaces. Sin embargo, continuó el interés, y la investigación cooperativa desarrolló el arseniato de plomo y las trampas con cebos, que resultaron ser ayudas prácticas y eficaces en la represión y que hicieron posible la supresión de los insectos en infestaciones aisladas.

Mediante la supresión de las poblaciones de escarabajos y el empleo de cuarentenas estatales, cuando eran deseables, bajo supervisión federal, podía

demorarse sin riesgo la extensión de las reglamentaciones de la cuarentena federal, y así se justificó y estableció una nueva política. Más tarde esos esfuerzos de represión fueron más eficaces y menos costosos mediante el empleo del DDT en tratamientos para la tierra y el follaje con aplicadores más eficaces, habiéndose hecho algún uso del clordano para el tratamiento de tierras.

Desde 1934, cuando se iniciaron los primeros programas de represión en gran escala en St. Louis, Missouri, y en Indianápolis, Indiana, se han demostrado los efectos de esta política en dos formas diferentes: primero, la cuarentena federal se ha extendido solamente a dos Estados, Ohío y North Carolina, y segundo, se han aplicado tratamientos de represión en muchas infestaciones aisladas y en otras localidades en donde se capturan escarabajos que no quedan bajo la reglamentación de la cuarentena federal.

Unos cuantos ejemplos de los resultados del programa en algunas localidades importantes de infestación aislada ilustran su eficacia. En 1934 se capturaron más de 1,300 escarabajos en St. Louis y se aplicó un tratamiento con arseniato de plomo a la tierra aproximadamente en 450 acres. Las capturas de escarabajos en el área tratada disminuyeron a 14 en 1930 y desde entonces no ha vuelto a encontrarse ninguno. En una área de infestación localizada en Chicago en 1936 se encontraron 1,400 escarabajos y se aplicó a la tierra el tratamiento con arseniato de plomo, capturándose sólo 41 escarabajos en la misma área en 1938 y ninguno desde 1940. En Highland Park, Illinois, se capturaron 5,000 escarabajos en un solo sitio en 1941. Se hicieron aplicaciones oportunas de arseniato de plomo, y para 1945 sólo se pudieron encontrar 5 escarabajos en el área tratada, no habiendo ocurrido ninguno desde entonces. Se capturaron más de 3,000 escarabajos en una área de Detroit en 1947, pero los tratamientos con arseniato de plomo a la tierra y con DDT al follaje aparentemente controlaron la infestación, porque sólo se capturaron en Detroit 21 escarabajos en 1950. Una pequeña infestación en Dahlonega, Georgia, se ha mantenido bajo control durante varios años por medio de tratamientos de la tierra y del follaje.

Tal vez no puedan clasificarse como infestadas la mayoría de las demás regiones aisladas de control debido al pequeño número de escarabajos que se han encontrado. Se han aplicado tratamientos en muchas de esas localidades que no se han convertido en nuevas fuentes de propagación.

Todos los tratamientos de represión contra este insecto en los que toma parte la Oficina se limitan a áreas aisladas que no quedan bajo la reglamentación de la cuarentena federal. Los tratamientos se hacen en forma cooperativa y los gobiernos locales y estatales, y a veces algunos grupos cívicos, suministran los insecticidas y la mano de obra, quedando la supervisión, el equipo especial y los operadores a cargo de la Oficina.

La represión o supresión dentro del área reglamentada de la cuarentena federal es responsabilidad de los gobiernos estatales y locales, así como de los particulares. Sin embargo, la Oficina ha cooperado ayudando a establecer parásitos y enfermedades, conduciendo investigaciones en cooperación con los diversos Estados para el desarrollo de métodos de represión, especialmente en lo que se refiere a los nuevos insecticidas, y preparando folletos, boletines y circulares sobre estos modernos medios de represión.

William Middleton *es entomólogo encargado de los trabajos de represión del escarabajo japonés y certificación contra la mariposa gitana de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, y trabaja en las oficinas de este proyecto en Hoboken, New Jersey.*

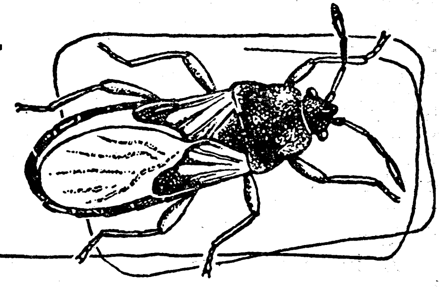
Timothy C. Cronin *es entomólogo encargado del mismo proyecto como ayudante en jefe.*

Fechas de la Cuarentena Federal y Extensión de las Áreas Reglamentadas por Estados

Estados:	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
New Jersey	q	r	r	r	r	r	r	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Pennsylvania	.	q	r	r	r	r	r	r	r	.	r	r	.	r	r	.	.	.	.	r	.	r	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	r
Delaware	.	.	.	.	.	q	r	r	.	.	r	r	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
New York	.	.	.	.	.	.	.	q	.	r	.	r	[illegible]	r	r	.	.	.	r	r	r	.	r	r	r	.	.	.	r	.	.	r	r
Connecticut	.	.	.	.	.	.	.	q	r	.	r	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Distrito de Columbia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Maryland	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	r	.	r	r	.	.	.	r	.	.	r	r	r	r	r	.	.	r	r	E	.	.
Virginia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	r	.	r	r	.	.	r	.	r	r	.	r	r	r	.	.	r	.	r	r	r	.
Massachusetts	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	.	r	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Rhode Island	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	E	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
New Hampshire	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Vermont	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Maine	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	.	.	.	r	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
West Virginia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	.	.	.	r	r	.	r	r	r	r	r	.	.	r	.	r	r	r
Ohío	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q	r	r	r	.	.	.	.	r	.	.	.	.	r	r
North Carolina	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	q

q = Actividades iniciales de cuarentena.
r = Extensión de área reglamentada.
E = Todo el Estado bajo reglamentación.

Los insectos en las cosechas de campo



Los insectos de los cereales y forrajes

C. M. Packard

DURANTE MUCHOS años los métodos disponibles para la represión de las plagas de insectos de las cosechas de cereales y forrajes han consistido principalmente en modificaciones de prácticas de cultivo para evitar o disminuir las infestaciones. Las medidas tales como la rotación de cultivos, el arado oportuno y profundo, las variaciones en el tiempo de siembra o recolección, la destrucción de residuos de cosechas, hierbas, desperdicios y plantas voluntarias de cosecha y la fertilización para promover el crecimiento rápido y vigoroso de las cosechas pueden aplicarse comúnmente a la represión de insectos con poco o ningún aumento del costo de producción de la cosecha. El bajo costo de aplicación tiene especial importancia en relación con las cosechas de forrajes y cereales, que generalmente tienen tan poco valor por acre que el empleo de métodos de represión costosos resulta impracticable.

Más recientemente el aumento en los rendimientos por acre y en el valor de mercado y de granja de las cosechas de forrajes y cereales han elevado el límite de desembolsos permitido para la represión de los insectos que las atacan. Igualmente se han descubierto o diseñado insecticidas más eficaces y mejor equipo para su aplicación que antes no existían. En 1950, por ejemplo, el valor promedic por acre del maíz en los Estados Unidos de Norteamérica era $42 más alto que el de 1940. El valor por acre del heno de alfalfa embalado núm. 1 aumentó $10 o más; el de la semilla de alfalfa aumentó, aproximadamente, $33, y el de la semilla de trébol rojo aumento unos $14. Además, los tratamientos insecticidas, que cuestan poco más o menos de $3 a $6 por acre, debidamente aplicados, han producido dividendos en forma de mayores rendimientos que han sido varias veces superiores a su costo.

Por otra parte, las medidas de represión de cultivo continúan siendo el mejor método de represión, y tal vez el único, contra algunos insectos. Como el tema general de los métodos de represión de cultivo se ha discutido en otro artículo (página 437), se mencionan aquí solamente aquellos que se han elaborado y recomendado durante los últimos años.

EL PICUDO DE LA ALFALFA, UN INMIGRANTE DE EUROPA, es muy común en los Estados de las Montañas Rocallosas y costa del Pacífico. Su represión mediante el corte temprano de la primera y segunda cosechas de alfalfa de la estación es un

nuevo procedimiento en las medidas de cultivo para represión. El corte temprano significa la recolección cuando la mayoría de las plantas de alfalfa en un campo están en la etapa de crecimiento de botón, cuando hay sólo una que otra flor y únicamente han aparecido en las coronas los brotes más tempranos de la siguiente cosecha. Un corte limpio en ese tiempo y la pronta remoción del heno deja las larvas del picudo abandonadas en la tierra, en donde casi todas ellas, así como los huevos y crisálidas, mueren de inanición o por la exposición al calor, quedando en esa forma libre de molestias el crecimiento de los brotes de la segunda cosecha, ya que se reproducirán relativamente pocos picudos adultos de la nueva generación para propagar la especie durante el invierno.

A fin de mantener bajo control al picudo de la alfalfa por este medio deben hacerse cortes tempranos en la primera y segunda cosechas cada año, aun cuando no estén dañadas. Si no se sigue esta práctica, los picudos se reproducirán en número suficiente para causar daños el año siguiente. No es aconsejable el corte temprano en aquellas áreas donde no existe el picudo de la alfalfa, o donde nunca ha constituido una plaga grave, ya que los cortes tempranos continuados tienden a disminuir los plantíos.

En los distritos del sur de Arizona en donde se cultiva la alfalfa para semilla se encontró otra práctica benéfica para la represión de los escarabajos Lygus, los pequeños escarabajos succionadores de color café verdoso de un largo aproximado de tres dieciseisavos de pulgada, que se vuelven alados al llegar a la madurez y que disminuyen grandemente los rendimientos de heno y alfalfa de semilla. Bajo las condiciones que existen en Arizona pueden reprimirse fácilmente con un programa comunal que comprenda el corte total o el pastado de todo el crecimiento de alfalfa y hierbas huéspedes en invierno, el corte temprano de la primera cosecha de alfalfa para heno en todos los campos dentro de un período de 10 días a fines de abril, el cultivo de la segunda cosecha para semilla principiándolo hasta donde sea posible en la misma fecha en todos los campos y la reglamentación de los riegos para evitar el crecimiento vegetativo extremadamente suculento de la cosecha de semilla. Este sistema mata la gran mayoría de los escarabajos Lygus que invernan, y durante la estación de crecimiento evita que los supervivientes o sus progenies se multipliquen moviéndose de un lado a otro en los campos en sus diversas etapas de crecimiento, conservándose el insecto bajo control por inanición en esa forma. Este método es menos practicable en otras áreas en las que hay gran diversidad de cosechas, una gran superficie proporcional y mucha variedad de plantas huéspedes silvestres.

La mosca de sierra del tallo del trigo ha causado graves pérdidas en los trigales de Montana y North Dakota. Es un insecto pequeño parecido a una avispa, y en su etapa de larva perfora túneles hacia arriba y hacia abajo en los tallos del trigo en desarrollo, y al confeccionar su celda para invernar en la base del tallo corta un canal en su interior aproximadamente a nivel de la tierra. A medida que las espigas se hacen más pesadas con el grano, los tallos infestados se rompen con el viento y caen a tierra, impidiendo que las trilladoras mecánicas recojan muchas de esas espigas. Los únicos métodos desarrollados hasta ahora para disminuir las pérdidas son los de cultivo, que consisten en la recolección temprana antes de que hayan caído muchos tallos; el cultivo superficial del rastrojo tan pronto como sea posible después de la cosecha para esparcirlo en la superficie del suelo, en donde muchas de las larvas de la mosca de sierra invernan en él por falta de humedad; el arado profundo del rastrojo cuando la erosión debida al viento y al agua no es un problema serio a fin de que las moscas de sierra no puedan salir durante el verano siguiente; la rotación del trigo con cosechas que la mosca de sierra no ataca, tales como cebada, avena, lino, maíz o mostaza, y en áreas adecuadas el empleo de la variedad de trigo Rescue, que

es resistente a la mosca de sierra. Para obtener los resultados más eficaces, esas medidas de represión deben aplicarse en comunidades enteras.

Las medidas de cultivo han constituido una ayuda en la represión del mosquito del trigo en el noroeste del Pacífico. El trigo sembrado en el otoño que se cultiva en las tierras altas se madura lo suficientemente temprano para escapar a las infestaciones del mosquito, pero el de primavera se infesta si no se siembra muy temprano, y generalmente no sufre daños si es sembrado en la primera semana de abril. Sin embargo, tanto el trigo de invierno como el de primavera sembrado en tierras de turba bajas y húmedas puede madurarse tan lentamente que quede infestado. El rastrojo del trigo infestado debe enterrarse profundamente si es posible, a fin de sepultar los mosquitos que invernan en él, impidiendo su salida en el siguiente mes de junio para infestar la nueva cosecha.

El gusano cortado pálido del Oeste es una plaga grave en el área productora de pequeñas gramíneas al sur de las Grandes Llanuras y ha sido de importancia durante mucho tiempo en la región de trigo de primavera que se encuentra más al Norte. Su trabajo se efectúa principalmente debajo de la tierra y, por tanto, no puede reprimirse en forma satisfactoria con los cebos envenenados que son eficaces contra las demás especies de gusanos cortados. Puede reprimirse en la región de trigo de primavera mediante la inanición temprana en esa estación de los gusanos recién incubados, lo que se consigue mediante un cultivo completo de los campos de rastrojo de trigo para destruir toda vegetación verde a principios de la primavera, tan pronto como las hierbas y cereales voluntarios muestran 1 ó 2 pulgadas de crecimiento, seguido de una demora de 10 días antes de sembrar la cosecha de cereales de primavera. Al sur de las Grandes Llanuras, sin embargo, en donde el trigo sembrado en otoño constituye la cosecha principal, no es factible el método de represión por inanición, excepto posiblemente donde vaya a sembrarse en tierra de rastrojo de trigo un cereal de primavera como la cebada.

Bajo las condiciones que prevalecen allá, casi siempre escapa sin daños serios el trigo de invierno sembrado en tierra que se ha dejado en barbecho total durante el verano anterior y en la que se ha plantado durante el mismo año anterior una cosecha de surco como el sorgo. La alternación de trigo de invierno con un barbecho de verano es también un medio eficaz de evitar daños. Al aplicar este método, se deja que el rastrojo de la cosecha anual permanezca hasta la primavera siguiente, cultivándose entonces el campo y conservándose limpio durante el verano hasta la época de siembra del trigo el año siguiente. Debe iniciarse el cultivo de primavera tan temprano como sea posible, sin que se corra el peligro de erosión de la tierra, y de preferencia antes del 15 de abril. Desde el punto de vista de conservación de la tierra puede ser más deseable el cultivo superficial que produzca una cubierta de desechos que el barbecho total, pero no se ha precisado su eficacia como sustituto para el barbecho total en la represión del gusano cortado pálido del Oeste.

La rotación de cultivos es un buen medio de reprimir los llamados escarabajos de franja blanca, que son varios insectos de América del Sur que se encuentran estrechamente relacionados y que abundan en algunas partes de los Estados del sureste. En sus etapas de larva atacan muchas cosechas de verano, especialmente cacahuates, frijol soya, haba, crotalaria, maíz, algodón y legumbres. Los escarabajos adultos se alimentan en las legumbres, algodón y varias cosechas de legumbres de hoja ancha, arbustos, flores y hierbas. Por lo contrario, los céspedes y cereales de invierno son desfavorables tanto para las larvas como para los adultos, y aunque esos insectos pueden reprimirse por medio de insec-

ticidas, pueden evitarse las pérdidas que causan en las cosechas por medio de las siguientes prácticas de cultivo:

1. La siembra de avena u otras gramíneas pequeñas, tanto para granos como para pasto, en las partes gravemente infestadas de una granja.
2. No se siembre más de la cuarta parte del total de la tierra cada año con legumbres de verano tales como cacahuates, frijol soya, haba u otras plantas que son alimentos preferidos de los escarabajos adultos, ni se siembren esas cosechas en la misma tierra con más frecuencia que una vez cada 3 ó 4 años.
3. No se mezcle el maíz con las cosechas de cacahuates, frijol soya, crotalaria o habas y no se permita que crezcan hierbas de hoja ancha entre el maíz, tales como la cizaña de espiral.
4. Fertilícense abundantemente el algodón y el maíz con un fertilizante comercial y empléese una cosecha de abono de invierno que pueda enterrarse antes de sembrar algodón o maíz.

Casi todos nosotros estamos familiarizados con las grandes larvas blancas de cabeza café y cuerpo curvado que viven en la tierra y se alimentan en las raíces de las plantas y que son plagas de la hierba azul, de la timotea, del maíz y de varias otras cosechas. Al fin de su desarrollo se convierten en los grandes escarabajos cafés que se conocen comúnmente como escarabajos de mayo o de junio y que arruinan a menudo los pastos de hierba azul en los Estados del Noreste y centrales del Norte. Pueden disminuirse las poblaciones de larvas en las granjas infestadas de esos Estados sembrando leguminosas de raíces profundas tales como trébol dulce, alfalfa y trébol rojo, que son desfavorables para ellas, en rotación con las cosechas más susceptibles. Las leguminosas son más eficaces si se siembran en años en que hay mayor número de vuelos de los escarabajos, lo que ocurre en ciclos de tres años, y si se han determinado con anticipación en las áreas infestadas.

Más recientemente, la Estación Agrícola Experimental de Wisconsin ha desarrollado un sistema de incrementar los pastizales de hierba azul en las laderas de las colinas que se encuentran gravemente infestadas con las larvas blancas, basándose en el conocimiento de que tanto los escarabajos adultos como las larvas son parciales a las hierbas pero no gustan de las legumbres. Se desmorona perfectamente la tierra por medio de una rastra de discos o de dientes de resorte o un cultivador de campo a fines de otoño o principios de la primavera, y se trata con cal y fertilizantes de acuerdo con las necesidades de la tierra establecidas por medio de pruebas adecuadas, sembrándose en primavera con una mezcla de semillas que consista principalmente de legumbres. Éstas proporcionan un buen pasto y quedan reemplazadas gradualmente por la hierba azul original.

Es posible que se desarrolle en lo futuro un tratamiento eficaz de la tierra con DDT o algún otro de los nuevos insecticidas para la represión de las larvas blancas como plagas de los cereales y cosechas de forrajes.

Los métodos de represión de cultivo a menudo son de escaso valor, debiendo aplicarse también antes de la siembra de una cosecha cuando se lleva a cabo esa siembra y antes de que se infesten, lo que hace que algunos agricultores prefieran no emplearlos, ya que no gustan de hacer cambios en las rutinas establecidas para evitar las infestaciones de insectos que pueden o no pueden atacar sus cosechas en un futuro más o menos incierto. Lo que desean esos agricultores son medidas de represión que puedan aplicarse inmediatamente cuando sus cosechas hayan sufrido daños, y con el advenimiento de nuevos y más eficaces insecticidas químicos y el aumento en los rendimientos y en el valor de algunos cereales y cosechas de forrajes, cada vez es más probable que se satisfaga esa necesidad por medio del empleo de insecticidas.

COMO TODOS LOS INSECTICIDAS SON MÁS O MENOS VENENOSOS para el hombre y otros animales de sangre caliente, así como para los insectos, la utilidad de la mayoría de ellos en los cereales y cosechas de forrajes es muy limitada. Cuando esas cosechas se tratan con algunos de los insecticidas que se mencionan en los párrafos siguientes de acuerdo con sus recomendaciones, la cantidad de residuos de insecticidas que permanecen en ellas durante la recolección es demasiado pequeña para que pueda tener un efecto tóxico apreciable en los animales que se alimenten con el heno, forraje o ensilaje hechos con las mismas. Por otra parte, esos alimentos pueden conservar cantidades muy pequeñas de insecticidas, y cuando se emplean para alimentar ganado doméstico pueden hacer que se depositen cantidades muy pequeñas de ellos en los tejidos de sus cuerpos, en la leche o en los huevos. Hay todavía duda de los efectos que pueda causar a la salud del hombre el consumo de cantidades extremadamente pequeñas de esos insecticidas en la carne, leche y huevos y en otros alimentos. Por tanto, a excepción de los casos en que se indique lo contrario en este artículo, el forraje, el heno o el ensilaje procedente de cosechas tratadas con cualquiera de estos insecticidas no debe emplearse como alimento de ganado o aves domésticas o de ganado productor de carne.

El DDT y el toxafeno en forma de rocíos o polvos son dos de los mejores insecticidas probados hasta ahora para la represión de la verdadera oruga de enjambre, de la oruga de enjambre de otoño y de la oruga de enjambre cortada, pero algunos investigadores han informado que han obtenido malos resultados con ellos. Además, todavía hay duda de si debe aconsejarse su empleo en cosechas de granos y forrajes, a causa de los residuos de insecticidas que puedan permanecer en ellas durante la recolección. Esos insectos son realmente orugas cortadas que aparecen en algunos años en que las condiciones de clima son favorables para sus extensos brotes. La verdadera oruga de enjambre y la oruga cortada de enjambre prefieren las pequeñas gramíneas, las hierbas y el maíz, pero la oruga de enjambre de otoño ataca también los cacahuates y otras leguminosas. Se ha obtenido una excelente represión con aplicaciones de un rocío hecho con soluciones concentradas, preparadas de fábrica, de toxafeno o DDT que pueden emulsificarse con agua. Se ha empleado con éxito el toxafeno aplicándolo desde aeroplanos en proporción de 1.5 a 2 libras por acre en 2 galones de rocío. También ha dado buenos resultados un rocío conteniendo 1.5 libras de DDT en 5 galones de rocío por acre cuando se aplica desde aeroplanos o con equipo de superficie. Los polvos que contienen 20% de toxafeno o 10% de DDT aplicados en proporción de 20 libras por acre han dado también una buena represión bajo ciertas condiciones.

El esparcimiento de cebos de salvado envenenado que se aplican comúnmente a los gusanos cortados y a los saltamontes es otro de los buenos métodos de represión empleados contra las orugas de enjambre durante muchos años y es menos probable que deje residuos de insecticidas en las cosechas, como lo hacen los polvos o rocíos.

Según los investigadores de la Estación Agrícola Experimental de Connecticut, "treinta libras por acre de polvo de toxafeno al 10% o de polvo de clordano al 10% aplicados a la superficie de la tierra por lo menos una semana antes de la siembra, dieron una excelente represión de los gusanos cortados en el tabaco, siendo igualmente eficaces las emulsiones de toxafeno en la misma proporción de ingrediente activo por acre".

La Estación Agrícola Experimental de Minnesota ha informado haber obtenido resultados semejantes en los campos de legumbres con polvos de DDT al 5% o de clordano al 5% en proporción de 30 ó 40 libras por acre. Parece que estos tratamientos ofrecen ciertas promesas en la represión del gusano cortado en el maíz tierno, y de hecho la aplicación de 1 a 2 libras de toxafeno por acre en 2

o más galones de rocío empleando rociadores de hierba comunes de acuerdo con las recomendaciones de la estación de Iowa ha tenido éxito para reprimir los gusanos cortados en cientos de acres sembrados con maíz tierno en Iowa.

Los pulgones son pequeños insectos succionadores negros que atacan el maíz, sorgo, pequeñas gramíneas y hierbas cultivadas para forraje, así como los céspedes, en los Estados del Centro y del Sur. Tienen un largo aproximado de un octavo de pulgada cuando se han desarrollado completamente, con alas blancas plegadas a la espalda que forman una especie de X. Recién incubados son más pequeños que una cabeza de alfiler, rojos y sin alas, pero éstas se desarrollan y los insectos pierden su color rojo a medida que se maduran, siendo a veces sumamente abundantes en las pequeñas gramíneas. Cuando éstas maduran, los pulgones tiernos caminan en cantidades enormes a los campos adyacentes de maíz tierno, sorgo y otras cosechas que pertenecen a la familia de las hierbas, empleándose generalmente barreras de una u otra clase para evitar esas migraciones.

Las barreras para los pulgones se hacen de varios modos, pero la mejor de ellas consiste de una angosta banda de repelente o insecticida químico en la superficie de la tierra. Durante muchos años se han empleado repelentes tales como creosota de alquitrán para este fin, ya sea directamente en la superficie o en una barrera de unas 2 pulgadas de alto hecha de papel grueso y resistente. Más recientemente se ha encontrado que son muy eficaces los polvos insecticidas que contienen 4% de dinitro-*o*-cresol, 10% de DDT o 1% de hexacloruro de benzol aplicados en una banda angosta sobre la superficie lisa de la tierra apisonada o en la huella de una rueda, en proporción de una a dos libras por cada 16.5 pies. La línea de polvo debe examinarse diariamente para remover las hojas o cualquier otro desperdicio que pueda haber caído en ella y para reparar cualquier interrupción causada por el viento, el agua o las hendiduras de la tierra. Las líneas que se destruyan por las fuertes lluvias deben renovarse totalmente.

Aunque bastante costosos, algunos de los nuevos insecticidas se recomiendan en forma de polvos o rocíos para aplicarse a pequeños plantíos valiosos de maíz y otros granos que se cultivan para semilla o en áreas limitadas de maíz que han sido invadidas por los pulgones desde los campos adyacentes de pequeñas gramíneas. Siendo insectos succionadores que no devoran los tejidos de las plantas, no pueden matarse los pulgones mediante el simple rocío o espolvoreamiento de las plantas, sino que deben atacarse directamente con el insecticida. Se ha obtenido una represión satisfactoria de los adultos en el maíz con toxafeno aplicado en rocío o polvo en proporción de 1.5 libras por acre. Uno de los mejores polvos experimentados consiste de 4% por peso de polvo de cebadilla en pirofilita, empleado en proporción de 50 libras o más por acre.

Se ha obtenido una buena protección contra los pulgones en los céspedes con un polvo que contiene 5% de clordano por peso, aplicado en proporción de 5 libras por cada 1,000 pies cuadrados. Para aplicaciones más convenientes y uniformes puede mezclarse esa cantidad de polvo con 2 ó 3 libras de tierra o 10 libras de fertilizante pulverizado muy fino, esparcido con un fertilizador o aplicador de cal. Si no se puede adaptar al esparcidor algún implemento para aplicar el polvo, puede emplearse una escoba o rastrillo. No debe aplicarse el tratamiento cuando el césped esté mojado, y el corte de éste antes o después del tratamiento ayuda a obtener mejor cobertura y aplicación del polvo.

El escarabajo verde es un pequeño piojo verde de las plantas que frecuentemente causa grandes daños en las pequeñas gramíneas en primavera y a principios del verano en los Estados del Centro y del Sureste, sin que se conocieran medidas satisfactorias para su represión antes de 1949. Los experimentos

efectuados y su gran empleo en 1949 y 1950 demostraron que se puede obtener una excelente represión con parathion a temperaturas superiores a 45° F. y con pirofosfato de tetraetilo a temperaturas superiores a 70°. Se emplearon esos insecticidas con buen resultado en 1947 en unos 60,000 acres de pequeñas gramíneas gravemente infestadas en los Estados centrales del Norte, y en 1950 en más de 650,000 acres en los Estados centrales del Sur. Se obtuvieron los mejores resultados con rocíos de aceite o agua hechos con soluciones emulsificantes de fábrica que contenían de 15 a 25% de parathion aplicadas desde aeroplanos o con equipo mecánico de superficie en proporción de 3 a 4 onzas de parathion en 2 a 5 galones de rocío por acre. El pirofosfato de tetraetilo se empleó en proporción de 4 a 5 onzas por acre en las mismas cantidades de rocío. Ambos insecticidas son sumamente tóxicos para el hombre, debiendo evitarse todo contacto con ellos, por lo que nunca deben aplicarse con equipo manual. Desaparecen rápidamente de las plantas, pero de todos modos las pequeñas gramíneas tratadas no deben destinarse a forraje, heno o consumo de granos durante las primeras 2 semanas después de un tratamiento con parathion o durante 3 días después de un tratamiento con pirofosfato de tetraetilo.

Se han desarrollado excelentes medidas de represión con insecticidas para los escarabajos de franja blanca. Pueden matarse los escarabajos adultos que dañan los arbustos ornamentales y las flores con criolita o DDT aplicados en forma de polvo o rocío. Se aplica un polvo concentrado de criolita o un polvo de DDT al 3 ó 5% a intervalos de 7 a 10 días. Como rocío se emplea la criolita en proporción de 1.5 onzas para un galón de agua, y para los rocíos de DDT se mezcla una onza de polvo humedecible de DDT al 50% o 2 onzas de polvo humedecible de DDT al 25% con 3 galones de agua, aplicándose a intervalos de 10 a 15 días.

Las infestaciones de campo de las larvas del escarabajo de franja blanca pueden reprimirse tratando la tierra con DDT, y una aplicación de 10 libras de DDT por acre es una buena represión, que continúa por varios años. El DDT se aplica en forma regular a la superficie de la tierra como polvo o rocío, haciendo que se mezclen perfectamente en las 3 ó 4 pulgadas superiores de tierra por medio de una rastra de discos. Un buen método para aplicar el DDT consiste en mezclar perfectamente 20 libras de polvo de DDT al 50% con 500 libras de tierra arenosa seca y bien pulverizada o con arena, lo que proporciona una cantidad suficiente para tratar un acre, esparciendo la mezcla a mano o con un distribuidor de fertilizante de tipo rotatorio o esparcidor. Se puede obtener una distribución uniforme esparciendo la mitad de la mezcla en un sentido y la otra mitad en ángulo recto a la primera. Para empleo en las parcelas de jardines, una onza de DDT al 50% mezclada con una cantidad apropiada de arena seca es suficiente para 140 pies cuadrados.

Para la protección de cosechas de surco tales como maíz, algodón, frijol soya y cacahuates, el DDT se aplica en las hileras de agujeros durante la siembra de primavera. Se mezcla el DDT con tierra o arena como se ha descrito antes y se aplica a mano o con un distribuidor de fertilizantes a la misma profundidad a que va a sembrarse la semilla en proporción de 2.5 a 5 libras de DDT por acre.

Otras nuevas sustancias químicas han dado resultados prometedores en aplicaciones experimentales como insecticidas de la tierra para la represión del escarabajo de franja blanca.

Los cultivadores de maíz dulce en huertos domésticos o para el mercado tienen que luchar generalmente contra el gusano de la mazorca, especialmente en el clima caliente de los Estados del Sur y del Pacífico, en que ese insecto

constituye un factor limitativo en la producción de maíz dulce. Un buen método de represión consiste en inyectar unas cuantas gotas de aceite mineral blanco refinado que contenga de preferencia 0.2% de piretrinas en la base de la masa de filamentos del extremo de la mazorca con una aceitera o cuentagotas, aproximadamente 4 días después de que aparecen los filamentos, época en la que el aceite no estorbará la polinización.

Se ha desarrollado también un método de aspersión que es más adecuado para aplicación en grandes plantíos comerciales. El rocío consiste en tres cuartos de galón de concentrado emulsificante de fábrica de DDT al 25% (que puede sustituirse con 5 pintas de concentrado de DDT al 30%, y 2 1/2 galones de aceite mineral blanco con viscosidad Saybolt de 65 a 95 segundos, mezclados perfectamente con una cantidad de agua suficiente para completar 25 galones. Para aplicaciones en pequeño, pueden reducirse las cantidades a 1/4 de pinta del concentrado de DDT al 25%, 3/4 de pinta de aceite y agua suficiente para completar un galón. El rocío se aplica a los extremos de las mazorcas un día después de que aparecen los primeros filamentos y de nuevo 2 días más tarde. Una tercera aplicación dos días después de la segunda mejora generalmente la represión, debiendo aplicarse sólo el rocío suficiente para mojar los filamentos; 25 galones de solución son suficientes para un acre de maíz y un galón será suficiente para tratar una parcela de un tamaño aproximado de 17 por 100 pies. Puede emplearse cualquier rociador de mano para tratar el maíz dulce de los huertos domésticos, empleándose un rociador mecánico en los plantíos comerciales, con las toberas fijas en posición adecuada para rociar los extremos de las mazorcas, ajustándolas en tal forma que sólo mojen los filamentos en forma apropiada pero no excesiva con un rocío fino.

Puede aplicarse un rocío semejante a toda la planta, pero sólo con 1 1/4 galones de aceite mineral para lotes de 25 galones, a fin de disminuir los daños causados en los retoños del maíz dulce por el gusano de la mazorca y la oruga de enjambre antes de que aparezcan las mazorcas y filamentos.

LA PULGA DEL MAÍZ CAUSA DAÑOS DIRECTOS AL MAÍZ dulce y de campo y propaga también el destructor marchitamiento bacteriano o enfermedad de Stewart del maíz. Este pequeño escarabajo negro y brillante no es mucho más grande que una pulga y salta igual que ésta cuando se le molesta, siendo especialmente dañino para las plantas muy tiernas de maíz dulce, las que a menudo infesta en grandes cantidades. Los experimentos efectuados han demostrado que puede reprimirse fácilmente en los plantíos domésticos, con la consiguiente reducción de la enfermedad de marchitamiento que propaga y el considerable aumento de los rendimientos, mediante la aplicación de un polvo que contenga de 1 a 2% de DDT a las plantas tiernas. Se ha obtenido también una buena represión en los plantíos domésticos con una ligera aplicación de un rocío muy fino que contenga DDT hecho con una bomba rociadora de mano. Se prepara el rocío mezclando perfectamente 6 cucharadas de un concentrado líquido emulsificable ya preparado que contenga 25% de DDT, que se encuentra comúnmente en los almacenes de semillas, con un cuartillo de agua. El rocío puede quemar las plantas en mayor o menor grado si se aplica tan abundantemente que se formen pequeñas gotas, pudiendo ser necesarias 1 ó 2 aplicaciones adicionales si las plantas se reinfestan.

Algunos de los demás insecticidas nuevos, experimentados contra la pulga del maíz en las plantas tiernas de maíz dulce, han dado resultados prometedores. En un experimento efectuado en 8 acres plantados con maíz dulce se obtuvo muy buena represión aplicando una solución concentrada de DDT en forma de rocío muy fino con un rociador mecánico en proporción de 2 libras de DDT por acre, sin que el tratamiento dañara las plantas.

La oruga de la alfalfa podría combatirse muy fácilmente tratando los plantíos infestados con una cantidad aproximada de un cuarto de libra de DDT por acre en forma de polvo o rocío diluido si no fuera por el problema de los residuos. Aun a dosis tan ligeras, quedan pequeñas cantidades de DDT en el heno y aparecen en la leche, huevos y carne de los animales que se alimentan con él. Por tanto, el empleo de DDT en la alfalfa sólo puede recomendarse cuando se cultiva la cosecha para semilla, no debiendo suministrarse los desperdicios de la trilla como alimento a los animales domésticos, aves o animales productores de carne.

En 1951 el Servicio de Extensión del Estado de California recomendó el empleo de rocíos de metoxiclor aplicados en proporción de 3/4 de libra del ingrediente activo por acre para la represión de la oruga de la alfalfa. El metoxiclor no deja residuos peligrosos cuando se emplea en las dosis que aquí se recomiendan en la alfalfa que se cultiva para heno.

La oruga verde aterciopelada que tiene casi 2 pulgadas de largo cuando se ha desarrollado totalmente y que sólo es de importancia en los Estados del Suroeste y de la costa del Pacífico, queda controlada gran parte del tiempo por sus insectos enemigos y por una enfermedad bacteriana, y con su ayuda, pueden evitarse gran parte de las pérdidas que causa con el empleo de medidas de cultivo aplicadas sistemáticamente en comunidades enteras. Los cultivadores de alfalfa en algunos distritos de California han encontrado que es conveniente emplear los servicios de entomólogos para vigilar sus campos durante la estación de crecimiento y aconsejarlos sobre la aplicación de medidas para la represión de las orugas y otros insectos de la alfalfa.

Los investigadores de la Universidad de California han obtenido una buena represión mediante rocíos experimentales de campos infestados con suspensiones preparadas en el laboratorio del virus que causa la enfermedad bacteriana de la oruga de la alfalfa y este método parece ser prometedor.

Varias especies de Lygus, como ya lo he mencionado, abundan a menudo en la alfalfa y disminuyen grandemente sus rendimientos cuando la cosecha se cultiva para semilla. Se ha encontrado que el DDT y el toxafeno son muy útiles para reprimirlos, y las recomendaciones expedidas en 1951 por el Colegio Agrícola del Estado de Utah son las siguientes:

"1. Espolvoréense los campos de alfalfa de semilla cuando las plantas están en la etapa de botón, empleando de 20 a 25 libras de polvo de DDT al 10% por acre o rocíense los campos empleando por lo menos 1.5 libras de DDT activo por acre. Cualquiera de esos tratamientos eliminará las crisálidas del Lygus durante las primeras 3 semanas, y además mantendrá a menudo las poblaciones a un nivel tan bajo durante el resto del período de semilla que será innecesaria una segunda aplicación.

"2. Si las crisálidas de Lygus comienzan a ser muy numerosas 3 ó 4 semanas después del tratamiento en la etapa de botón, aplíquense 20 libras de polvo de toxafeno al 10% por acre, o si se prefiere un tratamiento de rocío pueden emplearse 1.5 libras de toxafeno activo en forma de rocío. Háganse las aplicaciones cuando no haya abejas en los campos. Aplíquense los polvos o rocíos antes de las 7 a. m., o después de las 7 p. m. Si se aplica de acuerdo con estas direcciones, el toxafeno no es demasiado dañino para las abejas cuando se emplea en la alfalfa en flor, pero la mayoría de los otros insecticidas matarán muchas abejas aun aplicándose por la noche.

"No se emplee el heno o la paja tratados con DDT o toxafeno para alimentar animales domésticos, animales que se engorden para carne o aves."

Además de los métodos de cultivo para la represión del picudo de la alfalfa que ya he mencionado antes, los nuevos insecticidas han ocasionado mejoramientos en su represión. Un nuevo método consiste en matar los adultos que invernan a principios de la primavera antes de que hayan tenido oportunidad de depositar los huevos de una nueva generación. Esto se hace aplicando de 1.5 a 2 libras de clordano por acre en forma de rocío cuando el primer crecimiento de primavera de la alfalfa tiene sólo una altura de 1 ó 2 pulgadas. La pequeña cantidad de 1/4 de libra de dieldrina por acre aplicada en forma de rocío en ese período ha dado resultados todavía mejores y se recomienda ahora por los entomólogos de las estaciones agrícolas experimentales estatales y del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.

Cuando se cultiva semilla se obtiene la necesaria represión adicional del picudo con la aplicación de DDT para la represión de los escarabajos Lygus, como ya se ha descrito.

En los experimentos efectuados en parcelas de campo se han obtenido resultados prometedores con dosis extremadamente pequeñas de aldrina, heptaclor, lindano o clordano, pero ninguna de esas sustancias puede usarse sin peligro en la alfalfa que se corta para heno.

Cuando va a emplearse la cosecha para heno, el cultivador puede preferir la represión del picudo por medio de la destrucción de las larvas después de que se vuelven abundantes en el primer corte de la estación. Si es así, y para obtener los mayores beneficios, debe tratarse la cosecha antes de que muchas plantas comiencen a volverse grises, empleándose entonces un polvo o rocío que contenga 2 libras de arseniato de calcio, 1 ó 2 libras de metoxiclor o 1/4 de libra de parathion por acre.

El heno tratado con parathion debe dejarse por lo menos 14 días antes de cortarlo, y cuando se emplea arseniato de calcio debe dejarse la cosecha por lo menos durante 10 días.

Si se emplea parathion debe aplicarse solamente desde un aeroplano o con equipo mecánico de superficie, pero nunca con equipo manual, observando estrictamente las direcciones y precauciones dadas en los marbetes y por los fabricantes.

El áfido del chícharo es una grave plaga tanto de la alfalfa como de los chícharos. Este pequeño piojo de las plantas de color verde pálido se multiplica a menudo en cantidades enormes en la alfalfa temprano en primavera y prácticamente cada año destruye la primera cosecha de heno de la estación en una u otra área. Antes de que existieran los nuevos insecticidas, ciertas medidas de cultivo de naturaleza preventiva eran el único medio de represión conocido. Varios de los nuevos insecticidas son eficaces para suprimir las infestaciones cuando están en progreso y el empleo del DDT en la forma descrita para la represión del Lygus dará también una buena represión del áfido del chícharo.

Puede emplearse el parathion en forma de polvo al 1% en proporción de 35 a 40 libras por acre si se aplica con esparcidores de superficie. *Este polvo nunca debe aplicarse desde un aeroplano.* Puede obtenerse también una represión excelente con una libra de polvo humedecible de parathion al 25% en 100 galones de agua por acre. La alfalfa que se ha tratado con parathion no debe cortarse o convertirse en pasto por lo menos durante 14 días. *No se aplique el parathion a los campos de alfalfa en flor.* El pirofosfato de tetraetilo (TEPP) es extremadamente tóxico para los áfidos, aplicándose por acre una pinta de TEPP emulsificable al 40% en 10 galones o más de agua. El rocío debe emplearse inmediatamente después de que se mezcla, porque pierde su fuerza en una hora o dos, y si la alfalfa está en flor, debe aplicarse después de las 7 p. m., a fin de evitar que mueran las abejas que son necesarias para la polinización

cruzada. Los campos muy grandes pueden tratarse desde un aeroplano siempre que la velocidad del viento no exceda de 4 millas por hora.

El gusano de telaraña de jardín puede ocurrir en gran abundancia en la alfalfa a fines del verano o principios del otoño. Este pequeño gusano de color verde amarillento con lunares negros envuelve el follaje en una telaraña dentro de la cual se alimenta en las hojas. En la alfalfa que se cultiva para heno puede reprimirse cortándola tan pronto como florece y han comenzado a aparecer los brotes tiernos de la siguiente cosecha en la corona de las plantas. La remoción de los crecimientos de hierba en los campos, en los surcos limítrofes y en otras áreas no cultivadas ayuda también a evitar las infestaciones de la alfalfa procedentes de esas fuentes. Cuando la alfalfa se cultiva para semilla, sin embargo, los cortes tempranos no son factibles y el empleo de un insecticida es la única alternativa. El gusano de telaraña es mucho más fácil de reprimir con un insecticida si se aplica antes de que las larvas lleguen a mitad de su crecimiento, porque durante ese tiempo se alimentan en su gran mayoría dentro de las telarañas que impiden que el insecticida llegue al follaje.

Pueden protegerse los campos de alfalfa recién sembrados que queden infestados espolvoreándolos con arseniato de calcio a razón de 10 libras por acre o rociándolos con 4 libras del insecticida en 100 galones de agua por acre.

Las pruebas preliminares efectuadas por los investigadores de las estaciones experimentales en Kansas y Oklahoma indican que el toxafeno es eficaz para reprimir esta plaga. El toxafeno es menos tóxico para las abejas que algunos otros insecticidas. Sin embargo, si la alfalfa está en flor debe aplicarse solamente antes de las 7 a. m., o después de las 7 p. m., cuando no haya abejas en los campos. Si se aplica el toxafeno cuando los gusanos son pequeños en forma de rocío en proporción de 2 libras por acre o como rocío en proporción de 3 libras, debe dar una represión adecuada.

Se recomiendan esos tratamientos insecticidas para emplearse solamente en la alfalfa que se cultiva para semilla cuando no se usa ninguna parte de la cosecha como alimento o forraje.

El ácaro de dos lunares, el ácaro del trébol y otros semejantes dañan ocasionalmente la alfalfa de semilla durante el período de floración, y una forma de evitar esos daños consiste en aplicar azufre para espolvorear a la cosecha inmediatamente antes de que florezca. Generalmente será suficiente una aplicación de 20 a 25 libras de azufre por acre, pudiendo aplicarse también como diluyente del DDT cuando se aplica este último para la represión del Lygus o empleándose por sí solo si se aplica el DDT en forma de rocío.

Algunos de los acaricidas puestos recientemente en el mercado por los fabricantes de insecticidas han dado resultados prometedores para su empleo en la alfalfa. Para mayor información sobre ellos el cultivador debe consultar la estación agrícola experimental de su Estado.

El saltamontes de la hoja de la papa causa grandes daños a la alfalfa y a los cacahuates y podría llamársele también saltamontes de esas cosechas. Es un insecto alado de color verde pálido, de cuerpo blando y en forma de cuña y que sólo tiene un octavo de pulgada de largo cuando está completamente crecido. A menudo se vuelve extremadamente abundante en esas cosechas y succiona la savia de las hojas haciendo que se vuelvan de color amarillo rojizo y que mueran.

Se han obtenido resultados favorables en pruebas experimentales con varios de los nuevos insecticidas para la represión de saltamontes de la alfalfa y en los cacahuates. Se obtuvo una represión excelente en la alfalfa con media libra

de metoxiclor por acre en forma de rocíos o polvos, aplicados hacia la mitad del desarrollo de la cosecha.

En los cacahuates de Virginia se obtuvo una buena represión del lunar de la hoja así como del saltamontes con 3 aplicaciones de un polvo conteniendo 90% de azufre y 1% de DDT. La primera aplicación se hizo alrededor del 10 de julio y las otras dos a intervalos de 3 semanas. Para evitar el posible riesgo de residuos la cantidad total de este polvo aplicada durante cualquier estación no debe exceder de 80 libras por acre.

Los cacahuates recién nacidos están sujetos a los daños causados por los succionadores del tabaco, insectos extremadamente pequeños de color amarillento que se vuelven muy numerosos en los pliegues de las hojuelas tiernas haciendo que se arrugen, se encojan, se ennegrezcan y mueran y retrasando el crecimiento de las plantas temprano en la estación. Varios de los nuevos insecticidas, especialmente el DDT, la aldrina y la dieldrina, han dado una buena represión en forma de polvos y rocíos en las pruebas experimentales efectuadas y se espera que uno o más de ellos puedan recomendarse cuando se haya obtenido mayor información sobre la dosificación requerida y los posibles riesgos de residuos.

Los escarabajos de espuma han abundado en los Estados del Este y centrales del Norte. Estos insectos producen pequeñas masas de espuma blanca alrededor de ellos y de los tallos de la alfalfa, trébol y otras plantas, de las cuales succionan la savia por medio de sus agudos picos. Los escarabajos tiernos comienzan a alimentarse a principios de la estación de crecimiento y causan sorprendentes disminuciones en los rendimientos.

Varios de los nuevos insecticidas han resultado eficaces contra estos insectos, siendo uno de los mejores el lindano a razón de un cuarto de libra por acre en una emulsión acuosa o en una suspensión de polvo humedecible en agua. Se han aplicado con éxito esas emulsiones en proporción de 10 a 20 galones de rocío por acre, empleando los nuevos rociadores mecánicos de baja presión que ahora se emplean comúnmente. Los rociadores deben limpiarse cuidadosamente para eliminar los residuos de hierbicidas con una solución de un galón de amoníaco en 100 galones de agua antes de que se empleen para aplicar insecticidas. Las emulsiones o suspensiones pueden aplicarse también en forma más diluida con rocíos de alta presión como los que se emplean para el tratamiento de las cosechas de frutas y legumbres.

Se ha obtenido una buena represión con un polvo de 5% de hexacloruro de benzol o toxafeno aplicados desde un aeroplano o con equipo de superficie en proporción de 20 a 30 libras por acre. Una libra de metoxiclor por acre en forma de rocío en suspensión o emulsión resultó muy eficaz cuando se aplicó en cantidades tan pequeñas como 5 galones de rocío por acre.

Para obtener la mejor protección deben aplicarse los insecticidas antes de que el nuevo crecimiento tenga más de 8 pulgadas de altura y antes de que muchos de los escarabajos tiernos hayan quedado envueltos en su espuma. Se ha sugerido que puede protegerse la segunda cosecha sin peligro de residuos rociando o espolvoreando el rastrojo tan pronto como pueda removerse del campo la primera cosecha y antes de que la segunda haya crecido demasiado.

Cuando se emplea en la forma recomendada, el metoxiclor puede aplicarse sin riesgo a las cosechas que se cultivan para heno o forraje, pero sólo debe usarse el lindano, hexacloruro de benzol y toxafeno en aquellas que se cultivan exclusivamente para semilla, ya que si se aplican a cosechas cultivadas para heno o forraje pueden contaminar la carne, leche o huevos de los animales que las consuman. No debe aplicarse el hexacloruro de benzol o el lindano a campos

que se sembrarán de papas, otras cosechas de tubérculos o cacahuates, ya que pueden producir un sabor desagradable en ellas.

Aunque más costoso que los insecticidas antes mencionados, se ha recomendado un polvo de rotenona al 0.7% en proporción de 25 a 40 libras por acre, pudiendo emplearse sin riesgo contra los escarabajos de espuma en las cosechas que se cultivan para heno, forraje o alimento.

Los adultos y larvas del perforador de la raíz del trébol, un escarabajo que perfora las raíces del trébol rojo, destruyen gran cantidad de plantas y diezman rápidamente los plantíos. No se ha encontrado ningún método satisfactorio para evitar los daños. Sin embargo, varios investigadores han tenido éxito en disminuir grandemente las infestaciones tratando el trébol durante el otoño o primavera con un polvo que contiene hexacloruro de benzol, clordano, aldrina, parathion o algunos otros de los nuevos insecticidas para matar los adultos durante el período de vuelos de primavera. Algunos de los tratamientos dieron también una buena represión de las infestaciones del escarabajo de espuma, y a juzgar por los resultados obtenidos hasta la fecha, parece que la represión insecticida del perforador de la raíz del trébol es practicable, aunque hasta ahora se necesita mayor información sobre los posibles riesgos de residuos antes de que se recomiende definitivamente su empleo.

Dos especies de picudos grises de sólo un décimo de pulgada de largo, llamados picudos de la semilla del trébol, atacan las florecillas o semillas no maduras de los tréboles *alsike,* ladino, rojo y blanco que se cultivan para semilla y reducen grandemente sus rendimientos. La mayoría de los daños se deben a las larvas que penetran profundamente en las flores. Estos picudos vinieron originalmente de Europa y no se conocía ningún método satisfactorio para su represión hasta fecha reciente. Los experimentos efectuados han demostrado que un tratamiento con 20 libras de polvo de DDT al 5%, aplicado uniformemente desde un aeroplano o con equipo de superficie cuando aproximadamente se ha marchitado un 20% de las espigas de trigo quedando de color gris, reprimirá los insectos en la mayoría de las estaciones en condiciones semejantes a las que existen en Oregón y el noroeste de Idaho. Para evitar la destrucción de las abejas y otros insectos polinizadores, el polvo debe aplicarse temprano por la mañana o tarde durante la noche, cuando esos insectos no trabajan en las flores.

Los investigadores de la Estación Agrícola Experimental de New York han obtenido resultados favorables en los experimentos efectuados con un polvo que contiene 1% de parathion.

Un pequeño picudo conocido como Brúquido del alverjón infesta las semillas de los alverjones velludos, lanudos, de vaina y lisos, pero no los alverjones comunes. Debido a su resistencia al invierno, el alverjón velludo es una valiosa cosecha de relleno en el Sur, y este picudo, que indudablemente se introdujo a nuestro país en las semillas importadas de Europa, arruinó la producción de semilla de alverjón velludo en los Estados del Este, y antes de que existiera el DDT casi arruinó la producción de esa semilla en Oregón y sur de Washington, la única área de donde podía obtenerse en cantidad durante la Segunda Guerra Mundial y después de ella. En las pruebas efectuadas con varios insecticidas se encontró que puede obtenerse una buena cosecha de semilla si el alverjón velludo se trata desde un aeroplano o con equipo de superficie con un polvo de DDT al 3% en proporción de 25 libras por acre tan pronto como aparezcan las primeras vainas fuera de las primeras flores que comiencen a marchitarse. El empleo generalizado de este método de represión ha permitido a los cultivadores de Oregón el continuar la producción de semilla de alverjón velludo.

El gusano del Sureste de la raíz del maíz es la larva del escarabajo moteado del pepino. Es un gusano blanco aproximadamente de tres cuartos de pulgada de largo cuando está completamente crecido, con cabeza café y placa caudal. Los gusanos viven en la tierra y atacan las partes subterráneas de muchas clases de plantas, incluyendo el maíz y los cacahuates. Los métodos de cultivo para evitar los daños que causan en esas cosechas nunca han sido muy satisfactorios, pero se ha encontrado que estos insectos y algunos otros de los que habitan en la tierra pueden destruirse tratando ésta con los nuevos insecticidas. El hexacloruro de benzol y el lindano son eficaces contra estos insectos, pero no puede recomendarse su empleo como insecticidas de la tierra, porque es probable que impartan un sabor u olor desagradables a la cosecha o cosechas sucesivas.

Las Estaciones Agrícolas Experimentales de Louisiana y South Carolina han efectuado extensos experimentos con insecticidas de la tierra para la represión del gusano del Sureste de la raíz del maíz, la lombriz de arena y la larva del maíz de semilla como plagas de esta cosecha. Después de que se tuvo éxito con el empleo del clordano, lo recomendaron en 1950 para este fin con ciertas reservas, y ha encontrado bastante aceptación entre los agricultores de Louisiana y South Carolina. El clordano se aplica en las hileras de agujeros en la época de siembra del maíz en proporción de 1 a 2 libras por acre, ya sea mezclándolo perfectamente con el fertilizante, con viruta vieja de madera o con tierra. Una de las restricciones consiste en que nunca debe mezclarse el clordano con fertilizantes que contengan cal o cualquiera otra sustancia alcalina. Se necesita mayor información sobre la posibilidad de daños de cualquier clase que pueda causar el empleo del clordano o de otros insecticidas orgánicos en las cosechas alimenticias y de forraje tales como efectos adversos o mal sabor. Se debe también llamar la atención a la precaución de que si se emplean los fertilizantes como transportadores del clordano u otros insecticidas orgánicos, la mezcla debe emplearse no más tarde de 2 ó 3 semanas después de prepararla, ya que hay la posibilidad de que los insecticidas se deterioren si se conservan por más tiempo.

Se recomienda una sola aplicación de 2 libras de aldrina o 25 libras de toxafeno por acre a la superficie de la tierra para la represión del gusano del Sur en los cacahuates. La aldrina se aplica en polvo al 2.5 ó 5% y el toxafeno en forma de mezcla fluida al 10 ó 20%.

Varias especies de lombrices delgadas constituyen plagas de las cosechas de forrajes y cereales en diferentes partes de nuestro país. Éstas son pequeñas lombrices amarillentas o cafés aproximadamente de una pulgada de largo y son etapas prematuras de los escarabajos de lengüeta. Viven en la tierra y dañan las plantas en forma semejante a la del gusano del Sur. Como lo mencioné al discutir ese insecto, se sabe que los daños materiales causados al maíz por ciertas especies de lombrices delgadas pueden evitarse empleando el clordano como insecticida de la tierra.

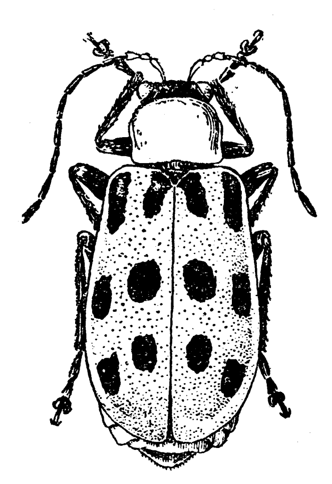
Los investigadores británicos y canadienses han informado haber obtenido buena protección en las pequeñas gramíneas y el maíz contra los daños de las lombrices delgadas tratando la semilla uniforme y completamente con un polvo que contenga de 20 a 40% de hexacloruro de benzol gama purificado (DHC). Éste puede combinarse también con un polvo fungicida para la protección de los granos contra ciertas enfermedades de hongos, así como contra las lombrices delgadas. Sólo deben emplearse polvos que contengan la gama purificada del DHC, porque el ordinario es perjudicial para la germinación. Dependiendo de la cantidad de semilla que se siembre por acre, se aplica una cantidad de polvo diluyente a la semilla para suministrar una onza de DHC activo por acre. No debe emplearse más de una onza de esta sustancia por cada *bushel* de semilla. Debe disminuirse la proporción de semilla de siembra aproximadamente en una cuarta

parte en aquellos campos en los que se ha empleado con anterioridad una proporción mayor que la normal para eliminar los efectos de la destrucción de los plantíos por las lombrices delgadas, ya que de otra manera los plantíos pueden ser demasiado densos para obtener los mejores rendimientos, especialmente en años de sequía. No deben tratarse los granos de semilla con más de una semana o dos de anticipación a la siembra, porque puede disminuir la germinación, debiendo evitarse el sembrar semilla tratada en tierra seca.

La hormiga cosechera roja y la hormiga de pradera que construye montículos son muy comunes en los Estados del Suroeste, en donde los numerosos espacios baldíos en los campos de alfalfa y otras cosechas indican la localización de sus numerosas colonias y los daños que causan. Los lugares baldíos semejantes en Texas y Louisiana pueden indicar la presencia de colonias de hormigas cortadoras de follaje, y esas tres especies de hormigas son también plagas en los patios de las casas y granjas así como en las cosechas.

Las hormigas cosecheras destruyen toda vegetación en la tierra alrededor de sus nidos y usan las semillas como alimento. Las semillas cortadoras de follaje destruyen también la vegetación alrededor de sus nidos, pero llevan el follaje a ellos para que sirva como medio de cultivo de una lama que emplean como alimento.

Cuando se aplican en forma debida y persistente, se han empleado con éxito varios insecticidas contra las tres especies de hormigas durante muchos años, aunque la total extirpación de sus colonias es muy difícil. Más recientemente se han añadido a la lista de sustancias químicas que son eficaces contra ellas la dieldrina, clordano y bromuro de metilo. Uno de los insecticidas más eficaces y de más fácil aplicación es un polvo que contenga 2% de dieldrina. En caso de colonias de tamaño grande, extiéndase aproximadamente media libra del polvo en una capa delgada que forme una banda continua de 4 a 6 pulgadas de ancho y un círculo de 5 a 6 pies de diámetro alrededor del túnel de entrada del nido. Para colonias pequeñas con una superficie baldía menor de 6 pies, colóquese la banda de polvo alrededor de la orilla del área baldía, disminuyendo proporcionalmente la dosis. En áreas de riego aplíquese el polvo tan pronto como sea posible después de que se haya secado la superficie de la tierra regada.



Escarabajo moteado del pepino.

En las grandes colonias pueden abrirse entradas fuera del anillo de polvos. Trátense esas entradas individualmente o inclúyanse en el mismo anillo con la entrada original al hacer la siguiente aplicación. Inspecciónense las colonias tratadas cada 2 ó 3 semanas y vuélvanse a tratar las que muestren alguna actividad hasta que todas queden inactivas, haciéndose entonces las inspecciones con menos frecuencia.

Aplíquense los polvos en días calientes cuando hay poco viento y renuévese la banda si se interrumpe o desbarata. Al manejar la dieldrina debe tenerse especial cuidado de observar las medidas de seguridad dadas en la página 271 o en los envases.

Un polvo de clordano al 5% aplicado en la misma forma descrita anteriormente para el polvo de dieldrina dará también una buena represión. No conserva su eficacia por tanto tiempo como la dieldrina y generalmente se necesitan más aplicaciones para acabar con las colonias de hormigas. Un polvo de clordano

al 10% espolvoreado ligeramente sobre las áreas baldías que rodean las entradas de las colonias ha dado buenos resultados en las pruebas efectuadas en el valle del Río Grande por la Estación Agrícola Experimental de Texas.

El bromuro de metilo ha dado también buenos resultados en la represión de colonias de hormigas en tierras húmedas. Este fumigante es un líquido que se vende en latas y que produce un vapor pesado y muy venenoso cuando se esparce, no debiendo inhalarse. Se inyecta en las aberturas de los nidos con un aplicador mecánico que puede instalarse en el recipiente. Aplíquense 2 onzas fluidas del fumigante por colonia y apisónese firmemente la tierra sobre los agujeros de entrada para evitar que se escape el gas. El bromuro de metilo se vende también en pequeñas ampolletas de vidrio que pueden insertarse y romperse dentro de los nidos de hormigas cosecheras por medio de un aplicador especial.

El perforador de la caña de azúcar causa daños en ella, en el maíz y en el sorgo en los Estados del Golfo, semejantes a los daños causados por el perforador europeo del maíz en los Estados del Norte. La larva, de un blanco amarillento con lunares cafés, tiene aproximadamente una pulgada de largo cuando está completamente crecida y se convierte en una pequeña mariposa pajiza. Aunque sólo puede sobrevivir en regiones tropicales y semitropicales, es uno de los peores insectos enemigos de la caña de azúcar, maíz y sorgo a lo largo de la costa del Golfo y en Florida, en donde produce varias generaciones al año.

Aproximadamente durante 10 años, un polvo concentrado de criolita se ha empleado extensamente y con provecho contra el perforador de la caña de azúcar en Louisiana. Se hacen cuatro aplicaciones a intervalos de una semana mientras los primeros perforadores o la generación de primavera están incubándose de los huevos depositados por las mariposas en las hojas de caña. El polvo se aplica desde un aeroplano o con equipo de superficie en proporción de 10 libras por acre muy temprano por la mañana, cuando el aire está tranquilo y las plantas húmedas por el rocío. Cuando se emplea para reprimir la segunda generación o generación de verano, se hace el mismo número de aplicaciones semanales desde un aeroplano, ya que para entonces los plantíos de caña son demasiado altos y densos para permitir el empleo de equipos de superficie. Es preferible la aplicación de polvos a la primera generación por varias razones.

Después de varios años de pruebas, se recomendó en 1950 un polvo que contiene 40% de riania para emplearse contra el perforador de la caña de azúcar, que se aplica en las mismas dosis y formas que la criolita.

Entre los enemigos que atacan la caña de azúcar bajo la superficie de la tierra están las lombrices delgadas, algunos pequeños insectos habitantes de la tierra y otros animales relacionados. Las pérdidas que causan pueden disminuirse grandemente mediante el desagüe profundo de la tierra, sembrando variedades que produzcan densos plantíos de caña y que tengan una buena recuperación si se dañan y sembrando la caña a fines del verano más bien que en el otoño a fin de promover un crecimiento rápido y vigoroso y la producción de buenos plantíos antes de que llegue el tiempo frío. A causa de la dificultad de terminar la siembra de grandes superficies antes del otoño no siempre es practicable la aplicación de estos métodos de represión de cultivo. Las investigaciones han demostrado que los plantíos pueden incrementarse en debida forma aplicando un polvo de clordano o toxafeno al 1% en proporción de 400 libras por acre en la caña de semilla a medida que se coloca en los surcos duran-



Larva de la mosca del moho de la zanahoria.

te la siembra, cubriéndola luego con tierra en la forma acostumbrada. Este método de represión permitiría al cultivador sembrar su caña en el otoño en la confianza de que los insectos y otras plagas relacionadas no evitarán el desarrollo de un buen plantío.

Los entomólogos y químicos del Departamento de Agricultura de las estaciones experimentales estatales y de la industria están haciendo progresos en el desarrollo de medidas prácticas de represión para un gran número de otras plagas de insectos de las cosechas de forrajes y cereales que no hemos mencionado.

Unas cuantas cifras mostrarán la importancia de la investigación para la producción de las cosechas necesarias de alimentos y forrajes. Se estiman conservadoramente en un billón de dólares anuales las pérdidas causadas por las plagas de insectos en esas cosechas durante su producción y almacenamiento. Las pérdidas anuales causadas por unos cuantos de esos insectos, incluyendo el gusano de la mazorca del maíz, el perforador europeo del maíz, el pulgón, la mosca cecidomia y los saltamontes durante el crecimiento de las cosechas que atacan, llega a un total aproximado de 300 millones de dólares. Esto es menos del 3% del valor de las cosechas en las granjas. Las pérdidas adicionales causadas por los insectos en los productos de granos y cereales mientras se almacenan comercialmente y en las granjas se calculan, aproximadamente, en 600 millones de dólares al año, y un billón de dólares de alimentos necesarios que se salvaran de la destrucción por los insectos alimentarían una gran cantidad de gente mal nutrida o cercana a la inanición.

C. M. Packard *es un entomólogo que estuvo en la división de investigación de insectos de forrajes y cereales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas durante 37 años y que se retiró el 30 de septiembre de 1950. Hasta 1937, en que quedó a cargo de esa división con oficinas en Washington, trabajó en diversas estaciones de campo en la biología y represión de los insectos de los cereales y forrajes.*

Los saltamontes

J. R. Parker

Los saltamontes han sido motivo de preocupación para el hombre desde los principios de la Historia. Han causado temor y hambre en una u otra época en todos los Continentes, y la *Biblia,* en el capítulo II de Joel, versículo 3, describe así sus depredaciones: "Ante ellos la tierra es semejante al Jardín del Edén, y detrás de ellos es un yermo desolado y nada escapará a sus ataques."

Tenemos noticias de que los saltamontes dañaron las cosechas en la Nueva Inglaterra desde 1797, y en 1818 sus hordas destruyeron las cosechas de los primeros pobladores en el valle del Río Rojo en Minnesota. Desde 1874 a 1877 el saltamontes de las Montañas Rocallosas, o langosta, como se le llamaba entonces aumentó su número en forma tal que sus depredaciones se consideraron como catástrofe nacional. Los grandes enjambres que se originaron en las llanuras al oeste de las Montañas Rocallosas en Montana, Wyoming y Colorado emigraron al valle del Mississippi y a Texas, devorando las cosechas en dondequiera que hacían un alto en sus vuelos, llegando a 200 millones los

daños causados en ellas. El Congreso reconoció la gravedad de esos brotes, y el 3 de marzo de 1877 creó la Comisión Entomológica de los Estados Unidos de Norteamérica, autorizándola para investigar el problema de los saltamontes.

Los saltamontes destruyen todavía las cosechas en muchas localidades cada año y durante sus brotes causan pérdidas que llegan a muchos millones de dólares. La destrucción causada por los saltamontes es una de las razones fundamentales de la pérdida de tierras productivas en muchos Estados, contribuyendo también a la erosión y a la creación de zonas eriales, especialmente cuando la sequía y el mal manejo de las tierras ocurren al mismo tiempo.

Los saltamontes se encuentran en todos los Estados Unidos de Norteamérica, pero rara vez ocurren brotes graves en el Este, habiendo ocurrido brotes de esa naturaleza en Nueva Inglaterra, New York, Virginia, Georgia, Florida, Alabama y Mississippi, siendo los saltamontes lo suficientemente numerosos para causar algunos daños en la mayoría de los Estados del Este todos los años. Los brotes ocurren generalmente en las dos terceras partes occidentales de los Estados Unidos de Norteamérica, y son más frecuentes en las Grandes Llanuras del Norte, incluyendo el este de Montana, North Dakota, South Dakota, Nebraska y Kansas.

En cada uno de los Estados que se encuentran dentro de la región donde ocurren brotes hay más de 100 especies de saltamontes, siendo raros algunos de ellos y otros muy comunes. Sólo unas cuantas especies se vuelven lo suficientemente abundantes para dañar gravemente las cosechas, y por lo menos el 90% de los daños que causan los saltamontes en ellas se debe a 5 especies: el saltamontes migratorio menor, el diferencial, el de dos rayas, el de patas rojas y el de alas transparentes.

Los saltamontes migratorio menor, el de dos rayas y el de patas rojas se encuentran en toda la zona de saltamontes. El saltamontes diferencial rara vez se mueve más al Norte que los linderos del sur de North Dakota y Minnesota, y el de alas transparentes queda confinado en gran parte a los Estados fronterizos con el Canadá, desde Michigan hasta Washington, pero en el Oeste montañoso se extiende hacia el Sur hasta Nuevo México, Arizona y sur de California.

El saltamontes migratorio menor escoge normalmente las tierras ligeras y bien desaguadas y la vegetación escasa. Los saltamontes diferencial, el de dos rayas y el de patas rojas prefieren las tierras pesadas y húmedas y la vegetación suculenta. El saltamontes de alas transparentes se adapta a muchas condiciones, pero es más común en las praderas montañosas, en los claros de hierba de los bosques y en los pastizales saturados de agua y bien pastados de las llanuras abiertas. Cuando ocurren brotes, las cinco especies se propagan a grandes distancias de sus lugares de habitación favoritos y se alimentan en una gran variedad de cosechas y vegetación.

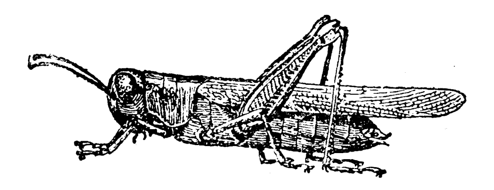
De las cinco especies, el saltamontes migratorio menor es el más ampliamente distribuido y más destructor y puede volar a grandes distancias. A veces los adultos se juntan en grandes enjambres, que emigran a cientos de millas y destruyen cosechas y plantas de pradera en dondequiera que se detienen en su vuelo. Se parece en muchos aspectos a la langosta o saltamontes de las Montañas Rocallosas que diezmó los Estados del Oeste hace muchos años. Esta última tiene alas más largas y características de vuelo más vigorosas, las cuales se sabe que se desarrollan en algunas especies durante períodos de gran abundancia. Se le llamó langosta porque sus hábitos eran semejantes a los de la langosta del Viejo Mundo.

En la mayoría de las diferentes partes del mundo la palabra "langosta" o su equivalente designa a los saltamontes que emigran en enjambres, pudiendo la misma especie conocerse como saltamontes durante sus periodos de escasas

cantidades y como langosta cuando se vuelve extremadamente abundante. Todos entendemos la palabra "saltamontes" como se emplea comúnmente en los Estados Unidos de Norteamérica, y causa menos confusiones emplear esa palabra que cambiar a la de langosta cuando los mismos saltamontes vuelan en enjambres. Se conoce popularmente como langosta a la cigarra periódica y especies relacionadas, aunque son completamente diferentes de los saltamontes en su aspecto y hábitos.

De las 142 especies capturadas en las plantas de pradera en los Estados del Oeste, sólo unas cuantas se conocen suficientemente para darles nombres comunes. Se necesitan vastos conocimientos de taxonomía para identificar correctamente los adultos, y a menudo es imposible reconocer las etapas prematuras. Basándose en las investigaciones y observaciones hechas en los distritos de praderas desde 1936, las especies que más abundan en Montana, North Dakota, South Dakota, Nebraska y Wyoming han sido las siguientes: *Melanoplus mexicanus, Ageneotettix deurum, Amphitornus coloradus, Phoetaliotis nebrascensis, M. angustipennis, Phlibostroma quadrimaculatum, Opeia oscura, Trachyrhachis kiowa, M. infantilis, Aulocara elliotti, M. gladstoni, Mermiria maculipennis, Cordillacris occipitalis, Melanoplus femur-rubrum, Encoptolophus sordidus, Metator pardalinus* y *Trepanopter feromatum.*

Debe mencionarse también el saltamontes de las llanuras de alas largas así como el *Melanoplus rugglesi,* siendo ambos migratorios y altamente destructores durante los brotes. Los adultos vuelan en enjambres y depositan sus huevos en camas de huevos bien definidas. Los saltamontes tiernos caminan en grupos, habiendo ocurrido brotes del saltamontes de las llanuras de alas largas en Colorado, New Mexico, Oklahoma, Texas y oeste de Kansas. Han ocurrido brotes del *M. rugglesi* en Nevada, sureste de Oregón y noreste de California. Debe mencionarse también como plaga en los Estados de las Montañas Rocallosas y de la altiplanicie al grillo mormón, un saltamontes de cuernos largos que normalmente queda confinado a la vegetación de las praderas en las laderas de las colinas o montañas, pero que a veces emigra a largas distancias en grandes grupos y ataca las cosechas.



Saltamontes.

Entre las regiones donde las condiciones son más favorables para los saltamontes se encuentran las principales áreas de trigo, cebada y lino de los Estados Unidos de Norteamérica, y en ellas se hallan también grandes superficies sembradas de maíz, avena, centeno y alfalfa. Los saltamontes gustan de todas esas cosechas.

Los daños, aun en años ordinarios, son más serios de lo que comúnmente se cree. Los saltamontes pueden devorar sólo una pequeña parte de sus plantas huéspedes, pero las atacan en puntos vulnerables. Arrancan las espigas de granos y las cápsulas del lino, pudiendo dañar ligeramente el resto de las plantas. Gustan de los filamentos de las mazorcas de maíz, y si devoran esos filamentos en su etapa temprana, se impide la polinización y las mazorcas no se llenan. Los saltamontes prefieren las flores de la alfalfa y del trébol dulce al follaje de esas cosechas, causando, por tanto, serias pérdidas a los dueños de apiarios y a los cultivadores de semillas. Los saltamontes en pequeñas cantidades pueden disminuir grandemente los rendimientos del algodón, arrancando los renuevos y más tarde las cápsulas.

El daño causado en los años de brotes ha variado desde una pérdida parcial

hasta la completa destrucción de las cosechas en grandes áreas. Los cálculos de los entomólogos y agentes de condado de 23 Estados hacen llegar el total de las pérdidas a 789,384,140 dólares en los 25 años comprendidos entre 1925 y 1949.

El Servicio Forestal informó que en 1934 los daños causados por los saltamontes a la vegetación de las praderas en Colorado, Montana, Nebraska, North Dakota, South Dakota y Wyoming llegó a 2.455,000 dólares, habiendo ocurrido daños semejantes en 1935. En 1936 los entomólogos del Estado de Wyoming calcularon el daño causado por los saltamontes en los forrajes de Wyoming en 1.480,351 dólares. Estas cifras sólo cubren el valor anual normal de los forrajes y no incluyen las pérdidas indirectas, tales como la venta forzada de ganado sin engordar y para reproducción. Como dije antes, la devastación de las praderas de hierbas por los saltamontes, especialmente en años de sequía, apresura la erosión de la tierra, ya que impide la resiembra, la cobertura vegetal a veces desaparece completamente y la tierra queda expuesta a la acción del agua y de los vientos. Las áreas afectadas en esa forma en estaciones sucesivas pueden quedar baldías por muchos años.

La responsabilidad de las investigaciones sobre los saltamontes está a cargo de la división de insectos de forrajes y cereales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. La mayor parte del trabajo se concentra en su estación de campo en Bozeman, Montana. Los miembros del personal de la estación estudian los saltamontes en muchos Estados, pero la mayoría de su trabajo se lleva a cabo en Montana, North Dakota, South Dakota y Wyoming, en donde los saltamontes constituyen un grave problema casi todos los años.

Se hacen también investigaciones sobre los saltamontes en otras estaciones de campo de la citada Oficina. Las estaciones de Manhattan, Kansas, Sacramento, California y Forest Grove, Oregón, han incluido en sus programas de trabajo las investigaciones sobre los saltamontes, y en 1950 se llevaron a cabo trabajos sobre ellos en Tempe, Arizona y Tifton, Georgia. Los miembros del personal de la estación de Tempe prueban nuevos insecticidas y efectúan investigaciones de campo durante el largo período de actividad de los saltamontes, que en Arizona es de marzo a diciembre.

La investigación tiene dos aspectos principales: uno se relaciona con el reconocimiento, distribución, desarrollo en estación y hábitos de los saltamontes, así como con estudios ecológicos, los efectos de los factores meteorológicos y de los enemigos naturales en su abundancia; la segunda división se refiere a la inmediata represión de los saltamontes con insecticidas, métodos de cultivo u otros medios, y a todo ello se le llama investigaciones de represión. No hay una diferencia precisa entre los dos aspectos, ya que los objetivos son los mismos y uno depende del otro.

A principios de 1936 se establecieron áreas permanentes de estudio en Arizona, California, Kansas, Minnesota, Montana, North Dakota y South Dakota. Cada área incluía por lo menos 8 millas cuadradas de típicas tierras de granja, y en todas había historias de brotes de saltamontes, levantándose planos para mostrar la localización de las cosechas, tierras ociosas y vegetación nativa, conservándose registros de las temperaturas del aire y de la tierra, así como de la precipitación pluvial. Se hicieron investigaciones anuales sobre los adultos, huevos y crisálidas en cada región durante 10 años.

Estos estudios suministraron datos sobre el desarrollo en estación, lugares de habitación preferidos, alimentos preferidos, hábitos de postura de huevos y registros de población de los saltamontes. Se obtuvo también información sobre los efectos de los parásitos, insectos de presa, enfermedades y factores meteorológicos, y a continuación cito algunos de los resultados.

Se establecieron promedios durante 10 años de las principales especies eco-

nómicas en lo que se refiere a períodos de incubación de huevos, crisálidas, adultos y postura de huevos, basándose en esos informes los cálculos de tiempo de las operaciones de represión y las investigaciones sobre los huevos en otoño. Si la represión comienza antes de que se complete la incubación de las especies principales, tendrá que repetirse. Si se continúa después de que haya comenzado la puesta de huevos, es poco eficaz para evitar los daños causados por los saltamontes al año siguiente. Si las investigaciones sobre los huevos en otoño se hacen antes de que se llegue al máximo de su postura, se obtendrá un cuadro falso de las infestaciones potenciales del año siguiente. O. L. Barnes empleó los datos de las áreas de estudio en California para hacer recomendaciones sobre la oportunidad de las investigaciones sobre los saltamontes en aquel Estado.

En Montana y North Dakota, donde el saltamontes migratorio menor y el de dos rayas son las especies económicas dominantes, se encontraron las mayores concentraciones de huevos a lo largo de las carreteras, en los surcos limítrofes, en las tierras ociosas y en las pequeñas gramíneas. Se encontraron muy pocos en las cosechas de surco o en las tierras en barbecho. Para efectuar las investigaciones sobre los huevos es indispensable saber en dónde se depositan. Las zonas laterales llenas de hierbas de las carreteras y los surcos limítrofes albergaron más saltamontes y contuvieron más del doble del número de huevos que los lugares semejantes cubiertos con densos plantíos de hierba. E. G. Davis empleó esa información como base para recomendar la replantación de hierbas en los lados de las carreteras y en los surcos limítrofes a fin de disminuir los daños causados por los saltamontes en las cosechas cercanas.

Una de las áreas de estudio en Montana estaba en el valle Centennial en el condado de Beaverhead. El saltamontes de alas transparentes, la especie dominante en esa región, destruyó por completo la cosecha de heno en algunos años. Los estudios aclararon que esa especie concentra sus huevos en las raíces y coronas de las asociaciones de hierbas blancas de manojo *(Poa* y *Puccinellia)* que ocurren en manchones bien definidos en todas las tierras de heno nativo que forman sólo una pequeña parte de la superficie total de heno y que se reconocen fácilmente por su color claro. Se pidió a los terratenientes que colocaran cebos en la hierba blanca de manojo siempre que se encontraran saltamontes en cantidades mayores que las ordinarias, no habiendo ocurrido brotes desde entonces.

Los datos de Montana y North Dakota proporcionaron un cálculo de lo que ocurre a las poblaciones potenciales anuales de saltamontes. Las hembras de las especies más importantes depositan aproximadamente 200 huevos y los machos y hembras ocurren en cantidades casi iguales. Si se mantiene el mismo nivel de población de un año a otro, deben perecer 198 (99%) huevos y saltamontes tiernos o adultos entre el período comprendido desde el final de la postura de huevos y el comienzo de la deposición de huevos del año siguiente. Durante el período de 10 años se destruyó aproximadamente un 20% de los huevos por insectos de presa; 60% de los saltamontes tiernos murieron durante el período de incubación o poco tiempo después, y las enfermedades y los parásitos mataron 5% de las crisálidas más avanzadas y de los adultos.

Las condiciones de clima durante el período de incubación y después de él pueden iniciar o terminar los brotes. Si el tiempo es caliente y seco la mortalidad puede disminuir bajo el promedio de 60%, permitiendo que los saltamontes se desarrollen y ocurran brotes. Si el clima es frío y húmedo la mortalidad puede aumentar en forma tal que pocos de ellos sobrevivan.

Nuestros conocimientos sobre los saltamontes en las cosechas han aumentado grandemente por los estudios de estación efectuados en típicas áreas agrícolas. R. L. Shotwell y yo hemos descrito el brote ocurrido en 1931 de los saltamontes de dos rayas y diferenciales en South Dakota y noroeste de Nebraska, que destruyó el 75% de las cosechas en 17,000 millas cuadradas, y el 25% en

13,000 millas cuadradas adicionales. Shotwell ha publicado un boletín sobre la historia y hábitos de los saltamontes que atacan las cosechas en las Grandes Llanuras del Norte. C. C. Wilson informó sobre sus observaciones del saltamontes devastador, especies de importancia económica en California.

Los entomólogos estatales y federales han efectuado investigaciones sobre las cantidades de adultos y de huevos, que son de gran importancia para planear las operaciones de represión. Esas investigaciones han tenido origen en los reconocimientos que anteriormente delineaban simplemente las áreas de mayor abundancia, hasta llegar al tipo normal actual en que las infestaciones se clasifican de acuerdo con el número de adultos por yarda cuadrada y la cantidad de vainas de huevos por pie cuadrado de tierra.

Uno de los problemas relacionados con las inspecciones anuales de los huevos de los saltamontes efectuadas en las áreas permanentes de estudio así como en las investigaciones estatales era el número de muestras que eran necesarias para catalogar con precisión los campos y sus márgenes y el número de paradas necesarias por sección, condado u otra unidad de área, y en 1939 y 1940 se efectuaron en Montana investigaciones especiales para resolver estos problemas, y en South Dakota en 1942, publicándose los resultados de esos estudios por Davis y F. M. Wadley, concluyendo ambos que debían tomarse 5 muestras de un pie cuadrado en cada campo y 2 muestras semejantes en sus márgenes y que debían hacerse no menos de 10 paradas en cada condado o grupo de condados.

Los estudios sobre los saltamontes en las praderas como proyecto principal se han llevado a cabo desde 1936 e incluyen observaciones anuales en 10 estaciones permanentes de pradera en Montana, 3 en Wyoming y 2 en South Dakota, extendiéndose las investigaciones sobre adultos y huevos de la región de praderas del Oeste desde Montana y el oeste de North Dakota hasta Wyoming y el oeste de Nebraska, así como observaciones de estación en donde ocurren actividades significativas de los saltamontes de pradera.

Se ha planificado la distribución estatal y por condados de las 142 especies de saltamontes que se encuentran en la zona occidental. Las investigaciones sobre huevos y adultos efectuadas desde 1941 han establecido las tendencias totales de población y las especies dominantes cada año. Se han llevado registros de 29 especies que incluyen el número de vainas depositadas y el número de huevos por vaina, y se han fotografiado o descrito las vainas de huevos, las crisálidas y los adultos de las especies más comunes.

Los estudios de desarrollo en estación efectuados en Montana y Wyoming han mostrado que existen grandes diferencias entre los complejos de especies que ocurren en cualquier localidad. Algunas incuban temprano, otras son intermedias y el resto tardan en incubar y en llegar a la etapa de adultos y a la de depósito de huevos, habiéndose encontrado diferencias de 4 a 5 semanas en el desarrollo de las especies tempranas y tardías. Por tanto, el conocimiento del desarrollo en estación de las especies dominantes de la región es esencial para proyectar las operaciones de represión y las investigaciones con la debida oportunidad.

Dividimos los saltamontes de praderas en dos grupos basándonos en las preferencias alimenticias: los que se alimentan en las hierbas o céspdes y los que se alimentan en vegetación distinta de las hierbas. De las 40 especies sometidas a estudio durante 3 estaciones en el sureste de Montana, la mitad se alimentaban en las hierbas y la otra mitad en la demás vegetación. Las que prefieren las hierbas morirán de inanición si quedan restringidas a la vegetación, que rehusan consumir en cantidad. Las que se alimentan en la vegetación morirán de inanición en las hierbas, a menos que éstas sean tiernas y suculentas. Algunas de las especies que se alimentan de hierbas no comen los cebos de salvado. El *Trachyr-*

hachis kiowa y el *Opiea oscura* no comieron los cebos. El *Phlibostroma quadrimaculatum, Amphitornus coloradus* y *Metator pardalinus* hicieron poco consumo de ellos y cuando predominan esas especies, el empleo de cebos no da resultado.

Se han investigado los insectos que hacen presa en los huevos y los parásitos de las crisálidas y adultos de los saltamontes de pradera. Dos especies de moscas nemestrínidas, la *Trichopsidea (Parasymmictus) clausa* y *Neorhynchocephalus sackenii,* que no se habían mencionado previamente como parásitos comunes de los saltamontes en los Estados Unidos de Norteamérica, se descubrieron en 1949 en el sureste de Montana. Las hembras ponen sus huevos en las hendiduras de los postes de los cercados de madera y en los árboles y lo hacen muy rápidamente. Una hembra puso 1,000 huevos en un solo poste en 15 minutos, y otra, colocada en una caja de píldoras, puso 4,700 huevos en siete horas. Los huevos incuban en 8 a 10 días y las pequeñas larvas se esparcen por medio de los vientos. Cuando una larva encuentra un saltamontes, perfora su abdomen y vive de su contenido, matándolo eventualmente. Las larvas nemestrínidas difieren de los parásitos sarcofágidos más conocidos en que tienen largos tubos respiratorios que sujetan al sistema circulatorio de aire de los saltamontes para proveerse de aire fresco. Las moscas nemestrínidas son especialmente destructoras de la especie importante de pradera *Metator pardalinus,* habiéndose encontrado en 1950 en una localidad que el 80% de los adultos de esa especie contenían parásitos. El notable número de huevos depositado por las hembras nemestrínidas y la facilidad de obtenerlas, sugiere la posibilidad de reunirlas en grandes cantidades para su distribución en las áreas de saltamontes cuando no abundan los parásitos.

Se han hecho muchas observaciones para determinar los daños causados en la vegetación de las praderas por cantidades conocidas de saltamontes. Durante los años de sequía, las infestaciones de 20 a 50 por yarda cuadrada han destruido con frecuencia el 75 o el 100% de los forrajes disponibles para mediados del verano. En los experimentos con jaulas al aire libre efectuados en las zonas de praderas durante varios años descubrimos que un saltamontes adulto de la especie grande de pradera devoraba 30 miligramos de vegetación (peso seco) por día, y en los experimentos iniciales de laboratorio encontramos que el saltamontes migratorio menor, relativamente pequeño, devoraba 24 miligramos diarios. Una vaca requiere 20 libras de vegetación (peso seco) por día, y con estos datos podemos calcular que una vaca y 301,395 saltamontes adultos de pradera consumirían cantidades iguales de forraje diario. Esa cantidad de saltamontes, distribuida en un acre, daría un promedio de 62 por yarda cuadrada o 31 por yarda cuadrada en 2 acres, y el hecho de que esas poblaciones sean comunes durante los brotes muestra la dura competencia que existe entre los saltamontes y el ganado para el consumo de la vegetación de las praderas. Los mismos datos muestran que las infestaciones de sólo 7 saltamontes por yarda cuadrada en un acre devorarán una décima parte del forraje que consume una vaca, empleándose rara vez medidas de represión contra esas cantidades de saltamontes, aun cuando disminuyen la capacidad de nuestras praderas para alimentar ganado.

Muchos de los residentes por largo tiempo en los distritos de praderas han comentado que los brotes de saltamontes de las praderas en su vecindad se inician siempre en ciertas localidades relativamente pequeñas, propagándose luego a las tierras vecinas, habiéndose seleccionado para el estudio 15 localidades potenciales de brotes en el este de Wyoming, que han estado en observación desde 1941, llevándose registros anuales de las poblaciones en cada área y en las praderas adyacentes a la misma.

Esos estudios demostraron que las tendencias durante los años de bajas poblaciones no eran necesariamente uniformes, es decir, que en algunas áreas declinaban lentamente, en otras se conservaban iguales y en otras más aumentaban

ligeramente y declinaban después. Los aumentos tendían a ir acompañados de una expansión de las áreas infestadas, mientras que las declinaciones iban acompañadas de una reducción de esas mismas áreas. Durante 1946 y 1947 ocurrieron aumentos graduales aproximadamente en la misma proporción, tanto en las áreas de conservación como fuera de ellas, pero independientemente unas de otras. Los aumentos continuaron en 1948 y 1949 y las áreas de conservación con sus mayores poblaciones fueron las primeras en llegar a niveles perjudiciales. Cuando esto ocurrió hubo una tendencia a las migraciones locales y a vuelos ligeros, algunos de ellos hacia el exterior. La sequía tendió a estimular tanto las migraciones como los vuelos, y es evidente, sin embargo, que con la continuación de los años favorables las poblaciones de fuera podían alcanzar, y en algunos casos alcanzaban, niveles perjudiciales sin necesidad de contribuciones de las áreas de conservación. El total de las poblaciones aumentó por medio de aumentos ligeros o moderados de la mayoría de las especies principales más bien que por grandes aumentos de unas cuantas especies.

Los resultados de esos estudios son desalentadores para los que esperaban que podían evitarse los extensos brotes de los saltamontes de pradera mediante el pronto empleo de medidas de represión en unas cuantas áreas pequeñas en las que las poblaciones se aproximaban a las proporciones de brote, pero han demostrado también que la pronta represión en las áreas de conservación es grandemente deseable, aunque indican también que puede ser necesaria una acción semejante en muchos otros lugares cuando las condiciones se vuelven extremadamente favorables para los saltamontes.

Los cebos de salvado envenenado eran el método que se recomendó más comúnmente para la represión de los saltamontes en los Estados Unidos de Norteamérica durante más de medio siglo. Los entomólogos estatales y federales han dedicado muchos años a los experimentos para aumentar la eficacia de la mezcla de salvado, arsénico, azúcar y agua empleada primeramente por D. W. Coquillet en California en 1885. Se ha empleado melaza, frutas cítricas, extractos de limón y vainilla, esencia de manzana, cerveza, vinagre, sacarina, sal, cloruro de calcio, acetato de amilo, geraniol, jabón y otras sustancias para atraer los saltamontes a los cebos de salvado envenenado e inducirlos a que los devoren con mayor facilidad, y ahora se acepta generalmente que todas esas sustancias añaden muy poco al atractivo y palatabilidad del salvado y que su empleo no justifica su costo.

Se han efectuado también extensas pruebas para encontrar sustitutos o diluyentes del salvado en los cebos para los saltamontes. Las sustancias experimentadas incluyen viruta de madera, cáscara de semilla de algodón, trigo enrollado, desperdicio de trigo molido, harina de cítricos, alfalfa picada y molida, fibra de lino molida, cáscara de cacahuate picada, bagazo, desechos de peras y manzanas, musgo de pantano, pulpa de remolacha molida, olote molido, caña de maíz picada, harina de maíz, harina de soya, salvado de chícharo, cáscara de avena y harina corriente de trigo. Ninguno de los materiales probados fue devorado tan fácilmente por los saltamontes como el salvado de trigo y la mayoría resultaron menos apetecibles.

Los sustitutos que más se aproximaron a la palatabilidad del salvado fueron el trigo enrollado, los desechos de manzanas y de peras, la harina de cítricos y la alfalfa picada. La viruta de madera, la caña de maíz molida o picada y la cáscara de semilla de algodón constituyeron diluyentes eficaces del salvado, y las mezclas de harina corriente y viruta de madera y salvado corriente y viruta de madera fueron casi tan eficaces como el salvado grueso y la viruta de madera en los cebos húmedos.

El arsénico en alguna forma fue el agente tóxico en los cebos de saltamontes

hasta 1943, cuando fue reemplazado por el fluosilicato de sodio, y para 1950 esta sustancia había sido sustituida en gran parte por el clordano, toxafeno y aldrina.

La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y los personales estatales de investigación han procurado mejorar los cebos de saltamontes, y desde 1921 a 1938 se concedió especial atención a la comprobación de la eficacia de atrayentes, sustitutos del salvado y diluyentes, así como a determinar las temperaturas y horas del día más favorables para el esparcimiento de los cebos. Los éxitos más recientes han sido la sustitución del arsénico por el fluosilicato de sodio y más tarde por hidrocarbones clorinados como venenos de cebos y el desarrollo de los cebos de salvado seco.

Las investigaciones sobre la eficacia del fluosilicato de sodio se efectuaron en Arizona, California, Colorado, Minnesota, Montana, North Dakota, Oklahoma y South Dakota desde 1931 hasta 1942, habiéndose encontrado que prácticamente bajo cualquier condición los cebos de salvado y fluosilicato de sodio mataban tantos saltamontes como los cebos de arsénico y los mataban más rápidamente. En los experimentos llevados a cabo por el Departamento de Ciencia Veterinaria de la Universidad de Nevada y por el Colegio del Estado de Montana en 1939, 1940 y 1941, se demostró que los cebos de saltamontes que contenían arsenito de sodio eran aproximadamente 8 veces más tóxicos para las ovejas que los cebos que contenían fluosilicato de sodio. Esos experimentos indicaron también que los cebos de fluosilicato de sodio son sumamente desagradables para las ovejas, caballos, vacas y conejos, y que las gallinas, patos, codornices y faisanes no los consumen fácilmente, no habiéndose dado casos de que se comieran voluntariamente en cantidad suficiente para causar efectos perjudiciales.

En casi todos los casos, los cebos de fluosilicato de sodio han sido superiores a los de arsenito de sodio para la represión de los saltamontes en las hierbas de pradera y en la mayoría de las cosechas de tierras de sequía. Han ocurrido algunas fallas en cosechas verdes tales como la alfalfa, pero éstas ocurrieron también con los cebos de arsenito de sodio.

En 1940 se iniciaron las pruebas para determinar la eficacia del clordano, toxafeno y aldrina y se continuaron durante todo el año de 1950. Se encontró que los cebos que contenían esas sustancias mataban más rápidamente los saltamontes y por mayores períodos de tiempo que los de fluosilicato de sodio. El clordano en proporción de media libra, el toxafeno en proporción de una libra y la aldrina en proporción de 2 onzas, causaron continuamente una mayor mortalidad que la obtenida con 6 libras de fluosilicato de sodio para 100 libras de salvado. Los hidrocarbones clorinados son solubles en petróleo, y cuando se disuelven se aplican fácilmente al salvado en forma de rocío. Debido a su acción letal más rápida y prolongada, a su pequeño volumen y a la facilidad para mezclarlos, se recomendaron en 1949 el clordano y el toxafeno y en 1951 la aldrina como venenos para cebos, y en la actualidad han reemplazado casi totalmente al fluosilicato de sodio en los cebos húmedos y se usan exclusivamente en los secos.

Antes de 1932 todos los cebos de salvado para saltamontes en uso general contenían agua, teniendo esos cebos húmedos varias limitaciones. Para obtener los mejores resultados, tenían que aplicarse inmediatamente antes o durante el período de alimentación más activo, que generalmente queda limitado a unas cuantas horas al día. Las hojuelas de salvado mojado se endurecen y se enrollan después de secarse y entonces son menos apetecibles para los saltamontes que las que nunca se han mojado. Es necesario incluir viruta de madera u otros diluyentes para evitar que se formen grumos durante las operaciones de mezcla y esparcimiento y los cebos mojados se enlaman y endurecen si se almacenan más de unos cuantos días. Además, el agua de los cebos duplica su peso.

En 1932 se iniciaron las investigaciones para eliminar esas desventajas. El

primer paso consistió en prescindir del agua, melaza y viruta de madera que entonces se usaban comúnmente en los cebos húmedos. El salvado se mezcló perfectamente con arsenito de sodio o con fluosilicato de sodio secos, añadiéndose luego 2 galones de aceite lubricante por cada 100 libras de salvado para hacer que el veneno se adhiriera a aquél, encontrándose que los cebos de aceite con fluosilicato de sodio como veneno eran tan eficaces como los cebos húmedos, habiéndose empleado extensamente, principalmente para la represión de los grillos mormones. Los cebos de aceite que contenían arsénico generalmente eran menos eficaces que los cebos húmedos hechos con el mismo veneno. Los cebos de salvado seco se popularizaron después de la aparición del clordano, toxafeno y aldrina. El salvado puede impregnarse completamente rociándolo con soluciones de petróleo de poco volumen de cualquiera de esos insecticidas que no afectan apreciablemente la palatabilidad del salvado o la toxicidad de los insecticidas.

Después de dos años de pruebas con equipo de superficie en pequeñas parcelas, se trataron, en 1948, 6,850 acres de praderas gravemente infestadas en Montana y Wyoming con salvado impregnado de clordano o toxafeno aplicado desde un aeroplano. Los resultados fueron tan buenos que se usó casi exclusivamente un cebo semejante en las campañas en gran escala llevadas a cabo en Montana y Wyoming en 1949 y 1950.

El cebo seco puede esparcirse sin importar los períodos de alimentación de los saltamontes. En buen tiempo las hojuelas de salvado conservan su eficacia durante muchos días y las que no son devoradas un día pueden matar saltamontes al siguiente. Son muy fáciles de mezclar y pueden almacenarse durante meses enteros, haciendo innecesaria la compra y transportación de viruta de madera. Se esparcen más uniformemente desde un aeroplano y pesan sólo la mitad que los cebos húmedos.

Algunos polvos insecticidas son excelentes destructores de los saltamontes, pero en general los mismos insecticidas son más eficaces y económicos cuando se emplean en forma de rocío. Se necesita de 25 a 50% más insecticida por acre en forma de polvo y a ello hay que añadir el costo adicional del diluyente. Cualquiera que haya visto una aplicación de polvos desde un aeroplano sabe por qué son necesarias mayores dosis por acre. Los polvos son más ligeros que los rocíos y se pierde más cantidad de veneno en la atmósfera. Además, los polvos se remueven con más facilidad de la vegetación por los vientos y las lluvias y, por tanto, sólo matan durante un período de tiempo más corto, siendo también más probable que maten abejas y otros insectos benéficos.

Desde hace muchos años se han empleado los rocíos de verde de paris y de arsenito de sodio contra los saltamontes, pero se han abandonado porque la vegetación envenenada es peligrosa para el ganado. El reciente desarrollo de insecticidas que pueden emplearse en dosis muy bajas y que, sin embargo, son altamente tóxicos para los saltamontes y fáciles de dosificar en rocíos, despertó un nuevo interés en este método de represión. Los resultados han sido tan buenos que ahora parece posible que se sustituya con esos rocíos el empleo de cebos envenenados, que fue el método común de represión durante medio siglo.

El éxito que se obtenga con los mejores cebos depende de los hábitos de los saltamontes, ya que si no devoran el cebo no mueren. En vegetación escasa y en tiempo de sequía la mortalidad llega a veces a 90 y 95%. En vegetación suculenta, tal como la alfalfa de riego, esa mortalidad rara vez excede de 75% y generalmente es menor. Ciertas especies de praderas devoran ávidamente los cebos y otras apenas los tocan, rehusándolos por completo algunas de ellas. Cuando predominan las especies que se alimentan en los cebos la mortalidad en las praderas puede llegar hasta 90 ó 95%, y si se encuentran presentes que no se

alimentan en los cebos, esa mortalidad es mucho menor. Una mortalidad de 75 a 95% evita daños graves a la mayoría de las cosechas y praderas, pero frecuentemente los saltamontes sobreviven en cantidades tales que hacen necesaria la repetición de los procedimientos de represión el siguiente año. En la alfalfa de semilla y en el lino es necesaria una represión casi perfecta para evitar daños a las flores, a las vainas de semilla y a las cápsulas, que pueden ser muy graves aunque sólo se encuentren presentes unos cuantos saltamontes.

Los saltamontes tienen pocas probabilidades de sobrevivir a los nuevos rocíos, que matan tanto por contacto como venenos internos. Aun si escapan a los rocíos, su primera alimentación en la vegetación tratada será la última. La mortalidad con los mejores rocíos generalmente llega a 90% en 3 días y continúa durante 1 ó 2 semanas, y las poblaciones de 25 a 50 por yarda cuadrada han disminuido a menos de un saltamontes por 10 yardas cuadradas. Esa mortalidad da una protección completa a las cosechas y praderas, y si los rocíos se aplican lo suficientemente temprano para evitar la puesta de huevos, no se necesitará otra represión durante varios años, a menos que ocurran invasiones de saltamontes desde las tierras no tratadas.

Los rocíos tienen otras ventajas más sobre los cebos. Las dosis normales por acre aplicadas en forma de rocíos han reprimido infestaciones sin importar la cantidad de saltamontes por yarda cuadrada. La aplicación de cebos debe variarse de acuerdo con las cantidades que se encuentran presentes y que sólo pueden determinarse mediante largas investigaciones del área que va a tratarse. El empleo de demasiados cebos es un costoso desperdicio, y si se emplean pocos el costo será mayor si es necesario un segundo tratamiento. Las sustancias de los rocíos son más estables en su precio que el salvado y su transportación y almacenaje son menos costosos. El salvado para cebos compite directamente con el salvado para ganado y frecuentemente sube de precio cuando se necesitan grandes cantidades para la represión de los saltamontes. La carga de los aeroplanos con rocíos toma menos tiempo que con salvado y un aeroplano cargado con rocíos puede cubrir más acres que si se carga con cebos. El costo total de las aplicaciones de rocío es menor que el de las aplicaciones de cebos.

Entre los diversos nuevos insecticidas que se han probado en forma de rocíos contra los saltamontes, los hidrocarbones clorinados han dado los mejores resultados y son de más bajo costo por acre. Los rocíos de clordano se emplearon por primera vez en los programas de represión de saltamontes de 1947, el toxafeno en 1948 y la aldrina en 1950, y las dosis por acre son las siguientes: Toxafeno, 1 a 1.5 libras; clordano, 1/2 a 1 libras y aldrina, 1 a 2 onzas.

Parece increíble la destrucción casi completa de los saltamontes rociándolos con medio galón de petróleo que contenga 2 onzas de veneno por acre, pero esos son los resultados de la aldrina.

Antes de que se recomienden los nuevos insecticidas para uso general en la represión de saltamontes se someten a extensas pruebas. Se hace una investigación preliminar en invierno con saltamontes reproducidos en el laboratorio. El primer paso consiste en administrar cantidades cuidadosamente medidas del nuevo insecticida a los saltamontes individuales, comparando los resultados con los de una sustancia química común para la que ya se han establecido dosis efectivas individuales y por acre, desechándose las sustancias que muestran poca acción letal. Las que parecen prometedoras se emplean en forma de polvos y rocíos en experimentos de laboratorio. Se prueba su acción al contacto tratando los saltamontes y colocándolos en plantas verdes no tratadas y se determina su acción estomacal colocando los saltamontes sin tratar en plantas rociadas o espolvoreadas. Se prueban los cebos exponiendo cantidades dosificadas a los saltamontes en jaulas de alambre. Los resultados de laboratorio, a veces, pero no siempre, están completamente de acuerdo con los que se obtienen más tarde en el campo. Es

muy importante el comportamiento del insecticida en el exterior, pero las pruebas de laboratorio son de gran valor como índices de los niveles de dosificación más prometedores para las pruebas iniciales de campo.

Las pruebas de campo con equipo de superficie se hacen en pequeñas parcelas (1.5 a 5 acres), bajo una gran variedad de condiciones. Los insecticidas que sobresalen en las pruebas de pequeñas parcelas se aplican en seguida con equipo de superficie y aeroplanos en campos de 10 a 40 acres y finalmente a otros mayores.

Cuando la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas queda convencida de que es conveniente recomendar para uso general un insecticida que ha sometido a pruebas, se pasan los resultados al Comité Consultor de Dirigentes Estatales para la Represión de los Saltamontes en su convención anual celebrada en Denver, Colorado, considerándose también los datos obtenidos de las organizaciones estatales y comerciales. Si se llega a un acuerdo sobre la preparación y dosificación por acre, se recomienda el insecticida para uso general el año siguiente.

Después de eso se somete a los insecticidas a pruebas en las granjas, lo que se hace para compararlos con los insecticidas recomendados anteriormente y para probarlos bajo condiciones especiales existentes en los diversos distritos agrícolas representativos. Se emplean grupos de granjas infestadas por los saltamontes, en las que se cultivan las cosechas típicas del distrito; se determina la intensidad de la infestación mediante la inspección de huevos y saltamontes tiernos en primavera antes de que se inicie la represión y mediante inspecciones de huevos y adultos en el otoño después de que se ha terminado. Las medidas de represión se aplican a todas las infestaciones económicas que ocurran en el grupo, independientemente de la localidad. Se conservan registros de las cantidades de insecticidas utilizadas, costo de aplicación, mortalidad obtenida y daños causados a las cosechas. Se vuelven a inspeccionar las áreas a fin de precisar si la represión en cierto año evitó daños el año siguiente.

Se han efectuado esas pruebas en el maíz y en las pequeñas gramíneas en South Dakota, en la alfalfa de semilla en South Dakota y Nebraska y en el lino y pequeñas gramíneas en North Dakota. Los resultados demuestran que se puede obtener la protección de las cosechas con un costo razonable mediante la aplicación oportuna de los nuevos insecticidas: los esfuerzos de un año para tratar todas las infestaciones económicas dentro de un grupo de granjas eliminarán o disminuirán grandemente la necesidad de reprimir los saltamontes durante varios años sucesivos. Los agricultores han demostrado gran interés en estas pruebas, han comentado favorablemente sobre ellas y han adoptado prontamente esas medidas de represión.

J. R. Parker *está a cargo de la investigación sobre los saltamontes y grillos mormones en la estación de campo de Bozeman, Montana, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. El doctor Parker representó a los Estados Unidos de Norteamérica en la Conferencia Internacional Sobre Langostas y su Represión, celebrada en El Cairo, Egipto, en 1936, y fue delegado consultor a la Segunda Conferencia Interamericana Sobre Agricultura efectuada en la ciudad de México en 1942. En 1952 recibió la Recompensa por Servicios Distinguidos del Departamento por sus trabajos sobre la represión de los saltamontes y langostas.*

El grillo mormón

Claude Wakeland y J. R. Parker

DESDE LOS TIEMPOS de los primeros pobladores, el grillo mormón, un gran saltamontes sin alas, ha sido un azote periódico y una amenaza persistente para la agricultura en los Estados intramontañosos y del Lejano Oeste. Un insecto nativo de tierras secas del Oeste, que naturalmente habita en los terrenos altos y escarpados de las regiones montañosas, el grillo mormón es temido en las áreas cultivadas a causa de sus repentinas y devastadoras migraciones y de la gravedad y extensión de sus ataques.

Los grillos mormones aumentan a grandes cantidades en períodos irregulares en áreas bien definidas a diferencia de los saltamontes de pradera. Los centros de brotes a los lugares de conservación ocurren en su mayoría en áreas muy alejadas de las cosechas, y cuando las condiciones son favorables, los grillos se vuelven muy abundantes, forman bandadas y emigran a largas distancias de las zonas de conservación caminando y saltando.

Son voraces devoradores de casi todas las plantas y probablemente sus mayores daños ocurren en las praderas de forrajes. Se alimentan en más de 250 especies de plantas de pradera y en todas las cosechas cultivadas con las que quedan en contacto. Los insectos muestran preferencias para algunas clases de plantas y para ciertas partes de ellas y en general dañan gravemente las partes florales y de semilla. Las plantas de pradera preferidas son las que tienen hojas suculentas grandes o carnosas, tales como la hierba de bálsamo, mostaza, diente de león, hierba amarga y el cardo ruso tierno. Pueden atacar todas las cosechas de las áreas de granjas de sequía circundantes que se encuentren a su paso, pero las mayores pérdidas económicas ocurren en las cosechas de pequeñas gramíneas y principalmente en el trigo. La alfalfa, trébol dulce y cosechas de mercado, especialmente las plantas tiernas de remolacha de azúcar, se cuentan entre sus alimentos preferidos.

Las cosechas tiernas domésticas quedan completamente destruidas y las cosechas de gramíneas de espigas pueden quedar sin un grano. Es muy importante, aunque no se ha precisado en forma adecuada, la destrucción de las semillas en plantas de forraje y pasto, y esa destrucción afecta en forma adversa el establecimiento de la cubierta de vegetación en las praderas.

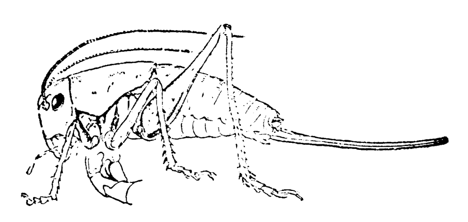
Se llevaron a cabo experimentos de laboratorio por Frank T. Cowan y H. J. Shipman para determinar la cantidad de alimento devorado por los grillos mormones, que en realidad son saltamontes de pradera que no vuelan. Encontraron que un adulto devoraba un promedio de 100 miligramos de alimento (peso seco) por día, y en esa proporción, 96,800 grillos, o 20 por yarda cuadrada en un acre, devorarían 20 libras de forraje al día, que es el consumo promedio diario de una vaca.

Las pérdidas para la agricultura atribuibles a los grillos mormones durante los últimos 100 años llegan indudablemente a muchos millones. Tan sólo en 1938 se calculó que el insecto había causado una pérdida promedio apreciable de 15% en casi 13 millones de acres de tierras de pradera y que dañó las cosechas en forma leve o grave en 235,000 acres de tierras cultivadas.

Las extensas infestaciones de los fines de la década de 1930 se disminuyeron hasta el grado de que en 1949 los insectos invadieron y dañaron sólo 230 acres de cosechas y causaron daños leves en las plantas de 200,000 acres de praderas.

Durante la década de 1930 los grillos mormones alcanzaron las mayores proporciones de brotes que se hayan registrado. Una investigación en el otoño de 1938 reveló la existencia de poblaciones perjudiciales en Colorado, Idaho, Montana, Nebraska, Nevada, North Dakota, Oregón, South Dakota, Utah, Washington y Wyoming, no haciéndose investigación por entonces en California, aunque se sabía que en ese Estado existían grandes cantidades de grillos.

Las medidas para la represión del grillo mormón han evolucionado a través de etapas progresivas tan rápidamente como las investigaciones han abierto el camino. Los primeros esfuerzos para detener las bandas migratorias comprendían el empleo de barreras de trincheras, barreras de madera y metal, de metal, de aceite en agua y el espolvoreado de los insectos con polvos de arsenito de sodio. Los polvos se aplicaban por medio de esparcidores de mano y más tarde con esparcidores mecánicos.



La hembra del grillo mormón es un saltamontes sin alas cuyo largo aguijón es un instrumento ideal para la profunda inserción de los huevos en la tierra.

En 1936 se experimentó con los cebos de salvado envenenados con fluosilicato de sodio, pero no se emplearon extensamente contra los grillos mormones sino hasta 1939. Las primeras pruebas con cebos que contenían arsénico no tuvieron éxito, y antes de 1939 el espolvoreado con una mezcla de arsenito de sodio y cal hidratada era el método de represión más eficaz que se conocía. El espolvoreado era muy costoso y el arsenito era peligroso para el hombre, para el ganado y para las plantas tiernas. En 1935 Cowan inició la búsqueda para encontrar un método más barato y menos peligroso. Descubrió que las cantidades muy pequeñas de arsenito eran altamente repelentes para los grillos mormones y que las mezclas de salvado y fluosilicato de sodio se devoraban con facilidad y eran altamente tóxicas.

Los cebos compuestos de salvado corriente, viruta de madera y fluosilicato de sodio han sustituido a los polvos de arsenito de sodio, aplicándose con esparcidores de superficie y desde aeroplanos. Los grillos mormones se reprimen también con un cebo compuesto de salvado puro impregnado ligeramente con una solución aceitosa de clordano o toxafeno. Cada adelanto en los métodos de represión ha significado un aumento en eficacia, menos trabajo y costos de operación menores.

De acuerdo con los registros llevados durante varios años, el costo de represión con arsenito de sodio era de 2 dólares por acre con aplicaciones manuales y 1.50 dólares con aplicadores mecánicos. El costo promedio de los cebos por acre, de 1941 a 1949, fue de 85 centavos, o 65 centavos menos que el costo del espolvoreado mecánico. En esos años se trataron con cebos 2.649,160 acres, lo que representa un ahorro de 1.721,954 dólares entre el empleo de cebos y el espolvoreado con arsenito de sodio por medio de equipo mecánico.

Se emplean diferentes cebos con buenos resultados. El trigo enrollado y tratado con vapor impregnado con una solución de una libra de toxafeno en medio galón de aceite para cada 100 libras de trigo es uno de los cebos más fáciles de manejar. La sustancia, esparcida en proporción de 3 a 5 libras por acre, da una represión casi completa; 100 libras de salvado en hojuelas grandes impregnadas con una solución de 1% de toxafeno o media libra de clordano en un galón de aceite esparcidas en proporción de 10 libras por acre, proporcionan también una represión satisfactoria.

Los cebos se aplican desde aeroplanos o con equipo de superficie. Comúnmente se emplean aeroplanos equipados para el esparcimiento de los cebos de saltamontes y en las pequeñas infestaciones se usan esparcidores de cebo o espolvoreadores de ventilador. El cebo puede también esparcirse a mano.

Como generalmente los grillos se alimentan abundantemente durante las migraciones, el cebo se esparce en bandas a través del frente de un enjambre o uniformemente en las áreas de conservación cuando los grillos no emigran. Generalmente mueren en esta forma más del 95% de los grillos de un enjambre.

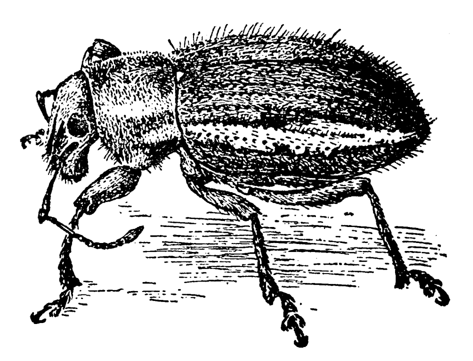
Los entomólogos han iniciado experimentos con nuevas sustancias químicas con la esperanza de encontrar mejores métodos de represión.

Se han planificado las áreas de conservación más importantes en los Estados de las Montañas Rocallosas, las cuales se inspeccionan cada año, y se aplican cebos envenenados en dondequiera que se encuentran cantidades peligrosas. En los últimos años el esparcir cebos en pequeñas superficies dentro de las áreas de conservación ha mantenido los daños al mínimo, evitando los que se causan a las cosechas y haciendo innecesarias las extensas operaciones de represión que antes se llevaban a cabo después de que los grillos mormones se propagaban de las áreas de conservación a superficies mucho mayores.

La represión organizada durante casi dos décadas ha disminuido las infestaciones, limitándolas a las áreas de conservación, y ha eliminado la posibilidad de que ocurran daños graves a las cosechas.

Las actuales operaciones de represión tienen como fin principal el impedir que aumenten las poblaciones de grillos en las áreas locales, a fin de evitar la ocurrencia de brotes. Desde 1945 la represión ha sido eficaz principalmente contra las infestaciones de praderas que se encuentran distantes de las tierras cultivadas, y en 1950 y 1951 se efectuaron trabajos de represión en Colorado, Utah, Montana, Nevada, Oregón y Washington.

Se tuvieron informes de otras áreas de infestación en Utah y otros Estados y se examinaron a fines de estación, encontrándose que esas infestaciones se estaban desarrollando en áreas que por largo tiempo se sospechó que eran especialmente favorables para los grillos. Muchas de ellas están en tierras públicas empleadas para pastos, y algunas están en remotas localidades montañosas o desérticas, donde la tierra tiene poco valor para el hombre pero proporciona condiciones favorables para la supervivencia de los insectos. Las infestaciones pueden originarse en esas tierras y los grillos pueden emigrar durante muchos años a las tierras cercanas de cosechas o de pastos, formando la "semilla" que puede originar brotes destructores cuando los factores climatológicos y biológicos son favorables.



Escarabajo de franja blanca.

El aumento en las poblaciones de grillos que se notó en 1950 en varios Estados tuvo su origen en áreas en las que ocurrieron serios brotes en 1937 y 1938, y cuando fue posible se tomaron medidas para reprimir las infestaciones.

Para los que están familiarizados con los brotes tempranos y extensos de los grillos mormones, los últimos adelantos indican que si se descuida la represión en sus orígenes, pueden ocurrir en breve condiciones de infestación semejantes. La represión de los pequeños brotes en sus comienzos depende de las inspec-

ciones anuales que determinan la extensión e intensidad de las infestaciones. El personal experimentado hace esas investigaciones buscando las concentraciones de grillos y recogiendo datos pertinentes, tales como tamaño de los enjambres, localización e intensidad, factores todos que se relacionan con la necesidad de represión.

Actualmente es factible el evitar otro brote en gran escala de los grillos mormones. Entre 1938 y 1949 el área infestada disminuyó de casi 19 millones a sólo 116,000 acres. Si se dirige la represión contra las pequeñas concentraciones de insectos en las áreas infestadas ya conocidas, podemos continuar diezmándolos en tal forma que no se les dé oportunidad de agruparse, emigrar y reunirse en grandes enjambres que crecen en proporciones de brote. Los grillos mormones aumentaron en número en varios Estados en 1950 y mostraron tendencias a agruparse y a emigrar que no habían exhibido en años recientes. A menos que se repriman en forma consistente esas pequeñas bandas en donde quiera que se encuentren, puede estarse preparando otro extenso brote.

CLAUDE WAKELAND *se graduó como entomólogo en el Colegio Agrícola y Mecánico de Colorado y en la Universidad del Estado de Ohio. Desde 1938 ha sido miembro de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas como jefe del proyecto para la represión de los grillos mormones, jefe de la división para la represión de saltamontes y entomólogo.*

J. R. PARKER *está encargado de las investigaciones sobre saltamontes y grillos mormones en la estación de campo de la Oficina en Bozeman, Montana.*

El escarabajo de franja blanca

R. A. Roberts

EL NOMBRE de "escarabajo de franja blanca" se aplica comúnmente en los Estados Unidos de Norteamérica a un grupo de especies y razas de escarabajos que pertenecen al género *Graphognathus*. Se cree que se trajeron accidentalmente de la América del Sur a nuestro país y se encontraron primeramente en el condado de Okaloosa, Florida, en 1936, y antes de mucho tiempo se descubrieron en los condados adyacentes de Alabama.

En 1937 sus larvas causaron serios daños al algodón, maíz, cacahuates y habas en el área infestada. Los entomólogos y los funcionarios de varios Estados que visitaron esa área fueron de opinión que los escarabajos de franja blanca eran una seria amenaza para una amplia gama de cosechas cultivadas en otras partes de los Estados Unidos de Norteamérica, y los representantes de la Junta Estatal de Plantas de Florida, del Departamento de Agricultura e Industrias de Alabama y de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas estuvieron de acuerdo en iniciar inmediatamente un programa cooperativo federal-estatal para intentar la represión de los escarabajos de franja blanca.

En 1937 se encontraron los escarabajos en Louisiana y Mississippi, y en 1942 se capturaron algunos en North Carolina, en Wilmington. En 1946 se descubrieron infestaciones en Georgia cerca de Eastman, Fort Valley y Macon. Las inspecciones efectuadas en 1946 en las propiedades con jardines de plantas ornamentales obtenidas de los viveros en el área infestada de Georgia descubrieron muchas infestaciones adicionales en aquel Estado, así como otras dos en Alabama y una en South Carolina. En 1948 se encontró el escarabajo en Tennes-

see, y para el 1º de enero de 1952 se sabía que estaban infestados casi 340,000 acres, en los que estaban incluidos 100,000 acres de granjas.

El escarabajo adulto mide poco menos de media pulgada de largo y es de color café grisáceo, recibiendo su nombre de la banda más clara que tiene cerca del margen de los élitros. Como en los adultos los élitros están unidos y las alas son rudimentarias, el escarabajo no puede volar. Todos los adultos son hembras, y unos cuantos días después de su salida, cuando se han alimentado en el follaje, todas pueden poner huevos viables. Los escarabajos viven 2 ó 3 meses, y bajo condiciones favorables una hembra pone de 600 a 700 huevos. Los huevos se pegan formando pequeñas masas a los tallos de las plantas, a las ramas, desechos o partículas de tierra, y comienzan a incubar aproximadamente en 15 días. Las larvas penetran a la tierra y en ella se alimentan de las raíces de las plantas. Esas larvas ocurren generalmente en las 9 pulgadas superiores de la tierra, pero a veces penetran más profundamente, siendo de color blanco, sin patas y aproximadamente de media pulgada de largo cuando han alcanzado su desarrollo total. El insecto pasa el invierno en la tierra en la etapa de larvas y en primavera las larvas maduras forman una celda en la tierra en la que se vuelven crisálidas. Éstas se transforman en escarabajos adultos que vuelven luego a la superficie de la tierra, produciéndose cada año una nueva generación del insecto.

Los escarabajos de franja blanca dañan gravemente muchas cosechas de campo y jardín, así como plantas de ornato y silvestres. Gran parte de los daños se debe a la alimentación de las larvas en las raíces de las plantas, aunque los adultos causan también algunos perjuicios al alimentarse en el follaje. Las larvas devoran parte de los tejidos blandos exteriores de las raíces y pueden cortar completamente la raíz principal. Los escarabajos se alimentan por lo menos en 385 especies diferentes de plantas, siendo algunos de los huéspedes más comunes los cacahuates, habas, frijol soya, lespedeza, trébol, alfalfa, algodón, maíz, frambuesas, fresas, papa blanca, crisantemos, dalias, cardo enrollado, achicoria, agallas y desmodia.

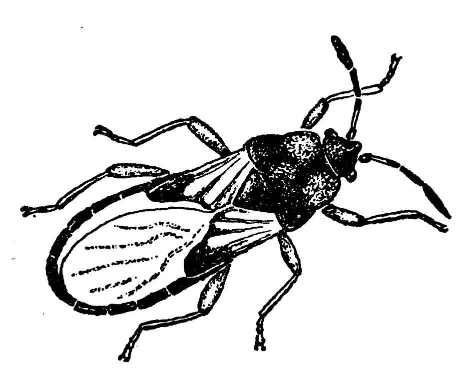
Cuando hay abundancia de plantas huéspedes favoritas, los escarabajos aumentan rápidamente hasta formar grandes poblaciones, como cuando los campos levemente infestados se plantan durante el verano con cosechas tales como chícharos o habas, que proporcionan abundante alimento y abrigo. Un agricultor puede impedir su rápido aumento en verano sembrando pequeñas gramíneas u otras cosechas que no son plantas alimenticias favoritas de los escarabajos adultos y que dan menos abrigo.

El DDT mezclado en la tierra eliminará o disminuirá considerablemente las poblaciones de escarabajos. La plaga se reprimirá por medio del DDT aplicado a las tierras de cosecha en proporción de 10 libras del producto técnico por acre en una emulsión de rocío, o una cantidad equivalente, tal como 20 libras de polvo humedecible de DDT al 50% en un rocío en suspensión acuosa. Puede espolvorearse también el DDT en forma de polvo en proporción de 20 libras de polvo de DDT al 50% o su equivalente por acre. Independientemente de la forma en que se aplique como tratamiento de la tierra, el DDT debe incorporarse perfectamente en las 3 pulgadas superiores de la misma inmediatamente después de su aplicación. El tratamiento dará una represión adecuada de los insectos por lo menos durante 5 años, habiéndose tratado en esa forma casi 45,000 acres de granjas de 1946 a 1951.

Se recomienda un tratamiento semejante para los viveros, con la sola excepción de que hay que aumentar la dosis a 50 libras del grado técnico de DDT o su equivalente por acre. Las mayores dosis de DDT aseguran la eliminación de

las larvas y permiten la certificación de plantas para su movimiento fuera de las áreas reglamentadas sin necesidad de otro tratamiento. Se hacen aplicaciones de DDT con regularidad en primavera y verano a la vegetación cercana a los invernaderos, y de 1948 a 1951 se trató la tierra aproximadamente en 2,500 acres de tierras de vivero en las áreas infestadas con 50 libras del grado técnico de DDT o su equivalente.

Para reprimir los escarabajos en los márgenes de los campos tratados, en los surcos limítrofes o en las orillas de las tierras adyacentes se aplican rocíos al follaje. Generalmente se aplica una libra de grado técnico de DDT por acre en emulsión, o 2 libras de DDT al 50% por acre en un rocío en suspensión acuosa. Las aplicaciones se hacen a intervalos de 2 a 3 semanas durante la estación, cuando los escarabajos adultos se encuentran presentes. Los rocíos del follaje deben repetirse anualmente mientras se encuentren escarabajos en las tierras cercadas no tratadas. El DDT se aplica también en forma de rocíos al follaje en las áreas citadinas y rurales en donde los escarabajos amenacen extenderse. Esas áreas incluyen generalmente sitios industriales, plantas de preparación, molinos, descascaradoras, derechos de vía de ferrocarriles, lados de carreteras, lotes vacíos, patios de escuelas y cementerios. En 1950 se trataron aproximadamente 40,000 acres en las áreas infestadas con rocíos de follaje.



Pulgón.

Debido a las dosis relativamente altas de DDT no deben hacerse aplicaciones en cualquier cosecha que se emplee para alimento del hombre o forrajes de los animales o en los pastizales empleados para el ganado.

Los rocíos o polvos de DDT pueden aplicarse mediante diversos tipos de equipo. Para el tratamiento de la tierra se ha empleado con éxito en la aplicación de rocíos concentrados un rociador mecánico montado en un tractor, con toberas de descarga en una pértiga colocada cerca de la tierra. El polvo de DDT puede mezclarse con tierra y esparcirse a mano. Los polvos diluidos pueden esparcirse en la superficie de la tierra por medio de distribuidores de fertilizantes de tipo de taladro o de esparcidor. Se han aplicado los rocíos de follaje concentrados por medio de rociadores mecánicos que tienen toberas de descarga oscilantes especiales, pudiendo montarse ese tipo de rociador en un tractor o *jeep*. Se emplean también esparcidores de tipo de turbina montados en camiones o *jeeps* y se han utilizado comúnmente aeroplanos para hacer aplicaciones al follaje.

Los dueños de jardines o platabandas florales infestados por los escarabajos de franja blanca pueden aplicar un sencillo tratamiento: se aplica a la tierra un polvo de DDT al 10%, que puede comprarse en cualquier almacén de semillas, en proporción de una onza para 27 pies cuadrados de superficie de tierra o una libra para 432 pies cuadrados, debiendo mezclarse primeramente con tierra húmeda, esparciéndose luego en el terreno, siendo muy importante su distribución uniforme para obtener una represión eficaz. El insecticida debe mezclarse en la tierra con un rastrillo para papas u otra herramienta semejante. El polvo puede aplicarse en cualquier estación, pero para que su eficacia sea inmediata

debe hacerse la aplicación en otoño, cuando las larvas de los escarabajos son pequeñas.

Los escarabajos de franja blanca se propagan en los productos agrícolas o industriales por los movimientos del hombre y sus pertenencias o incidentalmente por los automóviles, ferrocarriles y otros medios públicos de transporte. Como todos los escarabajos son hembras, cada una de ellas es potencialmente capaz de iniciar una nueva generación, pudiendo propagarse por los movimientos de un solo huevo, larva, crisálida o adulto.

Poco tiempo después que se descubrió el escarabajo en los Estados Unidos de Norteamérica se promulgaron cuarentenas federales y estatales para reglamentar los movimientos de muchos artículos que se sabía que eran transportadores en potencia del insecto en una o más de sus etapas, tales como ciertas cosechas agrícolas, materiales de vivero, productos forestales, tierra de hierba, desperdicios de metal y tierra. Las cuarentenas, que han sido revisadas de tiempo en tiempo, establecen tres condiciones bajo las cuales se pueden expedir certificados para el movimiento de los artículos reglamentados: que se hayan inspeccionado y encontrado exentos de escarabajos de franja blanca; que se hayan tratado, preparado, fumigado o esterilizado en forma adecuada, o que se hayan cultivado, almacenado, fabricado o manejado en forma tal que no puedan quedar infestados.

Se han desarrollado métodos eficaces para el tratamiento de los artículos reglamentados. El material de viveros puede llevar las raíces al descubierto cuando ese procedimiento no causa daños a las plantas. El material que no pueda transportarse en esa forma puede fumigarse con bromuro de metilo a presión atmosférica o en vacío parcial; las plantas que no toleren la fumigación con bromuro de metilo pueden tratarse remojándolas o sumergiéndolas en una solución de piretro-butóxido de piperonil; los cacahuates pueden descascararse para eliminar las masas de huevos sujetas al exterior y los cacahuates con cáscara pueden fumigarse con bromuro de metilo. El heno de cacahuate puede fumigarse con bromuro de metilo o pasarse a través de un molino de bolas para destruir los huevos que puedan encontrarse presentes. Las papas blancas pueden fumigarse con bromuro de metilo para que puedan transportarse sin riesgo.

Algunas cosechas, tales como papas blancas, pequeñas gramíneas y legumbres de semilla, incluyendo el lupino y el frijol soya que se cultivan y cosechan bajo condiciones específicas en campos cuya tierra se ha tratado con 10 libras de DDT por acre, pueden certificarse para su transportación sin necesidad de otro tratamiento. Los materiales a los que pudieran adherirse los huevos de los escarabajos, por ejemplo la madera de construcción, los desechos y los desperdicios de metal, pueden tratarse con rocíos consistentes de una libra de grado técnico de DDT en 7.5 galones de petróleo. Pueden almacenarse la madera, los postes, y la pulpa de madera colocándolos a cierta distancia del suelo, a fin de evitar que los escarabajos depositen en ellos sus huevos, y en esas condiciones de almacenamiento, y cuando las hierbas y demás vegetación se destruyen en los sitios de almacenamiento, pueden certificarse los materiales para su transportación sin necesidad de otro tratamiento adicional.

R. A. Roberts, *funcionario de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, se graduó en el Colegio Agrícola y Mecánico de Texas y como entomólogo en el Colegio del Estado de Iowa. Ha estado asociado a los problemas de investigación sobre insectos y a los proyectos de represión de insectos federales y estatales desde 1926.*

El pulgón

Claude Wakeland

El pulgón se encuentra extensamente distribuido en los Estados Unidos de Norteamérica, pero rara vez es lo suficientemente abundante para causar daños graves a las cosechas, excepto en Illinois, Indiana, Iowa, Kansas, Missouri, Ohío, Nebraska, Oklahoma y Texas. Ocasionalmente causa daños en las cosechas en Michigan, Minnessota, Wisconsin, South Dakota, North Carolina y South Carolina. El pulgón aumenta rápidamente bajo condiciones favorables de clima y en sus etapas de brote es uno de los insectos más totalmente destructores para las plantas de maíz y sorgo en nuestro país.

En el otoño los pulgones adultos vuelan de las cosechas cultivadas a las hierbas de manojo, en las que permanecen durante el invierno. En primavera vuelan a los campos de pequeñas gramíneas en las regiones más frías de la zona donde habitan o directamente a los maíces y sorgos de las áreas más calientes, tales como Texas y el sur de Oklahoma. Después de llegar a los campos cultivados se acoplan y ponen sus huevos en las hojas de las plantas o en la tierra cerca de la base de las mismas. Después de que los huevos incuban, las larvas tiernas se alimentan en las plantas, y en los campos de gramíneas gran número de ellas se arrastran hasta llegar a las cosechas vecinas, tales como maíz o sorgo, cuando las gramíneas pierden su suculencia o comienzan a madurar. Generalmente se produce una segunda generación mientras los pulgones infestan el maíz u otras cosechas susceptibles, y los adultos de esa generación vuelan a las hierbas de manojo para invernar.

El pulgón se alimenta succionando los jugos de las plantas, y cuando los insectos se arrastran desde los campos de gramíneas se concentran en los surcos exteriores de las plantas tiernas de maíz o sorgo, que pronto se marchitan y mueren. A medida que se destruyen los surcos exteriores, los pulgones emigran hacia dentro hasta que los campos invadidos se infestan totalmente. Para proteger los campos de maíz contra los pulgones que los invaden desde los campos de gramíneas adyacentes se confía principalmente en el empleo de barreras para interceptar sus migraciones o matar los pulgones que emigran antes de que puedan llegar a las cosechas susceptibles.

Cuando los adultos que invernan vuelan directamente de las hierbas de manojo al maíz, los campos de maíz pueden infestarse más o menos uniformemente, sin que haya podido establecerse una represión económica y práctica que resuelva esta situación.

Los pulgones sólo pueden alimentarse en las plantas de la familia de las hierbas, y en años de infestaciones graves, cuando escasean las plantas en las que se alimentan normalmente, pueden tratar de alimentarse en las legumbres o en otras plantas distintas a las hierbas, pero sólo rara vez en cantidades suficientes para que causen daños.

Entre las pequeñas gramíneas son especialmente susceptibles la cebada, trigo de primavera y de invierno, centeno y avena. El pulgón prefiere especialmente la cebada y, por tanto, es muy arriesgado su cultivo durante un período en que ocurran brotes de pulgones.

Entre las hierbas de cosecha de mayor tamaño, las favoritas son el maíz, sorgo, mijo de escoba, hierba del Sudán y mijo. Las plantas tiernas de maíz son un alimento favorito de los pulgones.

Éstos se alimentan también en muchas hierbas silvestres y de forraje, incluyendo la cola de zorra, timotea, hierba de cangrejo, maíz kafir, hierba de relleno y hierba picante, pudiendo atacar también la hierba picante, la azul y otros céspedes.

Si las condiciones lo permiten, el medio más económico y eficaz para evitar las pérdidas causadas por los pulgones es la rotación de cultivos y la localización de cosechas susceptibles en relación con los campos de pequeñas gramíneas. La primera generación de pulgones, a excepción de la parte sur del área donde habitan, depende en un principio de las pequeñas gramíneas para su alimento, mientras que los pulgones de la segunda generación se alimentan principalmente en los maíces y sorgos. La eliminación o disminución de las superficies de cosechas de granos, o el evitar las siembras de cosechas susceptibles cerca de los campos de pequeñas gramíneas, disminuye considerablemente las pérdidas debidas a los pulgones.

Las pequeñas gramíneas, el maíz y el sorgo pueden sustituirse con ventaja por las legumbres y otras cosechas que son prácticamente inmunes durante los años en que hay amenaza de brotes de pulgones. Las cosechas que pueden cultivarse sin peligro de daños serios por los pulgones incluyen alfalfa, judías, trigo silvestre, tréboles *alsike,* rojo y dulce; chícharo forrajero, chícharo de campo, lino, lespedeza, cacahuates, papas, calabaza, nabo silvestre, frijol soya, calabaza de Castilla, remolacha de azúcar, girasol, habas, alverjón y otras cosechas de campo, domésticas o de mercado que no pertenecen a la familia de las hierbas. Durante los años de graves infestaciones deben ajustarse los planes de cultivo en las granjas en tal forma que se evite o se disminuya a un mínimo la siembra de maíz o sorgo a proximidad de los campos de pequeñas gramíneas, y si la sustitución de las pequeñas gramíneas con cosechas inmunes es impracticable, pueden disminuirse los daños sembrando algunas de las variedades resistentes o menos susceptibles.

Se han desarrollado maíces híbridos y sorgos que tienen cierta resistencia a los pulgones de la segunda generación. Los campos devastados de maíz, sorgo o pequeñas gramíneas deben trabajarse con arados de discos o de rejas para destruir los pulgones, resembrándolos con una cosecha inmune. La siembra temprana de granos, maíz y sorgo ayuda a disminuir los daños. Los pulgones prefieren los plantíos escasos de gramíneas que los muy abundantes, y por tanto todas las prácticas de arado, fertilización y siembra que tiendan a producir el vigoroso crecimiento de cosechas de granos tienden también a disminuir los daños. Los campos de pequeñas gramíneas con un denso crecimiento de trébol, que produce condiciones de sombra y humedad, son también poco atractivos para los pulgones.

Para prepararse a combatir los pulgones, las inspecciones de otoño dan una buena idea de las cantidades que pueden esperarse en la siguiente estación y de los lugares donde será más probable que ocurran.

Las investigaciones, si se llevan a cabo en forma cooperativa entre las agencias estatales y federales, se efectúan en noviembre y diciembre en varios Estados del Centro. Los pulgones invernan en diversas especies de hierbas de manojo, siendo las principales el tallo azul pequeño, tallo azul grande y juncia de escoba. Examinando muestras de los manojos de hierbas, se descubren los pulgones que invernan, se precisa su abundancia y se planifica su localización. Los entomólogos que están familiarizados con los insectos hacen una inspección anual en las áreas que se sospecha que albergan infestaciones, y en cada condado que visitan recogen 5 muestras de hierbas de manojo en puntos extensamente separados. Cada muestra consiste de un manojo de hierba, incluyendo la corona, de 3.5 a

4.5 pulgadas de diámetro. Si es posible, las muestras deben proceder de localidades cercanas a campos de maíz o de sorgo, porque esas cosechas se encuentran entre las plantas favoritas para la alimentación de los insectos. Los pulgones evitan los manojos de hierba que contienen hormigas, así que antes de tomar una muestra se cercioran de que no haya hormigas. La muestra se saca del montón de tierra con una pequeña pala y se recorta con tijeras, colocándose luego en una doble bolsa de papel, en la que se anotan los datos pertinentes de localidad, fecha y otros. Los grupos de muestras se envían a los colegios o universidades estatales, en donde los alumnos o miembros del personal cuentan el número de escarabajos que contiene cada muestra. El número de ellos en cada muestra se convierte a base de la cantidad de insectos por pie cuadrado y cada muestra se clasifica de acuerdo con la tabla siguiente:

Clasificación	*Número de pulgones por pie cuadrado*	*Grado*
Antieconómica ..	0- 250	1
Leve	250- 500	2
Moderada	500-1,000	3
Grave	1,000-2,000	4
Muy grave	2,000 o má.	5

Se asigna un grado a cada condado, que se basa en el número de pulgones presentes y el porcentaje de tierras cultivadas en el condado. La razón para considerar el porcentaje de tierra cultivada es que mientras mayor es el porcentaje de tierra que se cultiva, es menor el área que pueda suministrar abrigo a los pulgones que invernan y el número de éstos será menor en comparación a las cosechas en las que pudieran alimentarse.

Cuando tienen esos informes de los condados infestados, los entomólogos proceden a plantear la lucha contra los insectos y calculan las necesidades de barreras que hay que establecer el siguiente año, basándose en lo que se consideran requisitos potenciales. Al hacerlo así tienen en cuenta que los riesgos de predicción son probablemente máximos cuando se trata de predecir las infestaciones de pulgones y que las condiciones de clima durante la siguiente estación de cosecha pueden producir un brote grave o hacer que disminuya la amenaza hasta no ser de importancia económica.

Las barreras se emplean para proteger las cosechas susceptibles contra los ataques de los pulgones que emigran de los campos de pequeñas gramíneas. Hay tres tipos de barreras eficaces: las de línea de creosota, las de papel creosotado y las de polvo de dinitro-*o*-cresol.

La barrera de línea de creosota se prepara arando un surco con un arado de vertedera alrededor del campo que vaya a protegerse, echando la tierra hacia el lado del maíz. Se coloca entonces una angosta línea de creosota en el talud liso de la tierra volteada por el arado, del lado de donde llegarán los pulgones. Se hacen agujeros como de 2 pies de profundidad en el surco siguiente a la línea de creosota y a una distancia de varios pies o yardas, dependiendo esa distancia de la abundancia de los pulgones que emigren. La creosota repele a los insectos, y a medida que la encuentran cambian su dirección de marcha al tratar de rodear la línea y caen en los agujeros, en donde pueden destruirse vaciando una pequeña cantidad de petróleo o polvo de dinitro-*o*-cresol sobre ellos. Generalmente un galón de creosota es suficiente para establecer y conservar una barrera de una vara (16.5 pies) de largo.

La barrera de papel creosotado se prepara arando un surco poco profundo y agujeros en forma semejante a la barrera de línea de creosota, colocándose una tira de papel fuerte de 4 ó 5 pulgadas de ancho contra el lado vertical del

surco, apisonando o aplanando la tierra en la parte inferior de la tira de papel de modo que quede en posición vertical y que la orilla superior sobresalga 2 ó 3 pulgadas sobre el nivel de la tierra. El papel que se use se corta y se enrolla, empapándose perfectamente con creosota. La Estación Agrícola Experimental de Iowa diseñó una máquina para abrir el surco y colocar el papel en una sola operación y los agricultores de Iowa y otras localidades han construido máquinas semejantes. Se necesita aproximadamente la mitad de la creosota para una barrera de papel creosotado que para una barrera de línea, pero el ahorro en el costo de la creosota queda más que compensado con el costo del papel y el de la construcción de la barrera.

El polvo de dinitro-*o*-cresol constituye una barrera eficaz y se prepara mezclando perfectamente 4 libras de dinitro-*o*-cresol y 96 libras de polvo de pirofilita. La mezcla de polvo se aplica en una banda de 2 pulgadas de ancho a lo largo del campo invadido. Esta barrera se desbarata fácilmente por los vientos y las patas de los animales, pero sus ventajas consisten en el ahorro de tiempo al aplicarla y en el hecho de que mata los insectos que se arrastran a través del polvo de la barrera. Se necesitan de una a dos libras de la mezcla de polvos para establecer y conservar una vara de barrera de dinitro-*o*-cresol.

Independientemente de la sustancia que se emplee para preparar una barrera, deben añadirse cantidades suficientes de la misma a fin de conservar una barrera eficaz durante 10 días o 2 semanas o hasta que cese la invasión.

La represión directa de los pulgones mediante la aplicación de rocíos o polvos a las cosechas infestadas puede ser práctica actualmente en ciertos casos mediante el empleo de los nuevos insecticidas. Éstos no se han probado en forma extensa contra las infestaciones de campo, porque las infestaciones de pulgones han sido en su mayoría antieconómicas desde que quedaron disponibles los hidrocarbones clorinados.

Las poblaciones de pulgones fluctúan de año en año, como lo indica el hecho de que en 1934 se hayan construido casi 9 millones de varias varas (16.5 pies) de barreras y sólo 94,000 varas en el año siguiente. En 1940 ocurrieron de nuevo grandes poblaciones, habiéndose preparado 2.221,000 varas de barreras para proteger las cosechas. Después de una inspección en 1944 se calculó que en 1945 se necesitarían 7.6 millones de varas de barreras. Sin embargo, sólo se construyeron 273,000 varas, porque el clima desfavorable para los pulgones disminuyó repentinamente su número.

CLAUDE WAKELAND *es entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas.*

El perforador europeo del maíz

William G. Bradley

UN INVESTIGADOR de la Estación Agrícola Experimental de Massachusetts, descubrió en 1917 en el maíz dulce de los huertos de mercado cerca de Boston varios gusanos de color café rosado. Los especialistas examinaron las larvas y encontraron que eran de una especie que constituía una plaga del maíz en

Europa. Una ligera investigación descubrió que se habían introducido a este país unos cuantos años antes en el mijo de escoba importado probablemente de Italia o Hungría para emplearse en las fábricas de escobas de Medford, Massachusetts.

A veces rápidamente, otras en forma más lenta, el insecto, el perforador europeo del maíz, se propagó hacia afuera del punto original de infestación, y en 1952 se encontraba en 37 Estados al este de las Montañas Rocallosas que comprenden nuestras principales regiones productoras de maíz. Las pérdidas que causó en el maíz de campo en 1949 se calcularon en 314 millones de *bushels.*

Mediante estudios de la biología y hábitos del insecto descubrimos que existen actualmente dos especies del perforador en los Estados Unidos de Norteamérica: la especie univoltina o de una sola generación pasa a través de un solo ciclo vital cada año; la especie de generaciones múltiples tiene dos o más ciclos completos cada 12 meses, dependiendo del medio.

La especie de generación múltiple abunda en casi toda el área infestada, aunque su relación con la especie de una sola generación varía en diferentes localidades, llegando a su máximo en las zonas del Sur y disminuyendo hacia el Norte.

Las observaciones de cientos de especies de plantas en el campo y las pruebas en parcelas experimentales hechas en plantas de muchas regiones del país demostraron que el perforador puede vivir en más de 200 clases diferentes de plantas silvestres y cultivadas. Sin embargo, el maíz se infesta y daña por las larvas y perforadores en mayor grado que cualquier otra cosecha. El perforador daña el maíz de campo (tanto el dentado como el duro), el maíz dulce, el maíz reventador y el que se planta para forraje o ensilaje. En la parte occidental de la zona productora de maíz, éste es prácticamente la única planta cultivada que se infesta o daña en forma considerable. El mijo de escoba, frijol soya, mijo, avena, papas, pimiento, sorgo y algunas plantas florales de tallo largo pueden también ser atacadas cuando se cultivan a proximidad del maíz o en años en que éste se madura tarde.

En el Este, en donde predomina la especie de generaciones múltiples, el insecto infesta comúnmente muchas otras plantas, incluyendo legumbres, cosechas de campo, flores y hierbas. Muchas de ellas sirven de abrigo a los perforadores más bien que de alimento y a veces se infestan con los insectos "sobrantes" del maíz y otras plantas huéspedes favorables que crecen en las cercanías.

El perforador europeo del maíz es esencialmente un insecto perforador y sus mayores daños resultan de los túneles y de la alimentación de las larvas dentro de los tallos, mazorcas, panojas, parte central de las hojas, raíces de sostén y prácticamente todas las partes de la planta de maíz con excepción de las raíces fibrosas. Las larvas se alimentan también en cierto grado en las hojas del verticilo, botones de espigas, panojas y filamentos de la mazorca y detrás de las vainas de las hojas.

El carácter del daño depende de la etapa de desarrollo de la planta de maíz cuando la ataca el insecto. Poco tiempo después de incubar, los perforadores comienzan a emigrar a varias partes de la misma planta o a otras cercanas y el verticilo en desarrollo es un lugar favorito para la alimentación de las larvas recién incubadas. Si la planta atacada está apenas desarrollando espigas, algunos de los perforadores más pequeños penetran a los botones de la espiga y se alimentan dentro de ellos. Otros devoran la superficie de los botones de espigas, protegiéndose con una leve telaraña sedosa. Si la infestación ocurre cuando se suelta el polen, las acumulaciones de polen en las lígulas suministran un material favorable para la alimentación de las larvas. Más tarde éstas penetran dentro de los tallos y las espigas en sus ramas, haciendo que se rompan a menudo. Las espigas

rotas con masas de viruta en los cortes son los principales signos de infestación en los campos de maíz en desarrollo, aunque muchas plantas infestadas pueden no mostrar ese daño. Los perforadores pueden continuar penetrando hacia abajo dentro del tallo principal o pueden abandonar la parte superior de la planta y penetrar en ella o en las plantas vecinas en puntos más bajos. Algunos de los perforadores recién incubados, en lugar de alimentarse en los botones de las espigas o dentro de ellos y en las espigas mismas, penetran directamente a los tallos en algún punto inferior.

Los perforadores penetran generalmente entre la vaina de la hoja y el tallo o entre el tallo y la base de la mazorca parcialmente desarrollada si la planta ha alcanzado esa etapa. A medida que aumentan gradualmente de tamaño pueden perforar túneles más grandes y progresar hacia arriba o hacia abajo. Los pequeños agujeros en los tallos con masas de viruta a su alrededor o debajo de ellos indican la sección en la que llevan a cabo sus trabajos.

En cualquier etapa de su desarrollo los perforadores pueden penetrar en la mazorca directamente en su extremo, base o lados, o pueden penetrar indirectamente a ella a través del tallo corto o soporte que sujeta la mazorca al tallo de la planta, en cuyo caso ese soporte queda tan debilitado con las perforaciones que llega a romperse. Frecuentemente los pequeños perforadores penetran a la mazorca por su extremo, alimentándose primero en los filamentos o partes tiernas de la panoja y progresando hacia abajo dentro del olote y el grano.

Los organismos que causan enfermedades y que a menudo siguen a los perforadores, teniendo acceso a la planta por las lesiones que éstos causan, pueden aumentar todavía más los daños a los tallos y mazorcas.

El perforador europeo del maíz pasa el invierno como perforador totalmente desarrollado, como gusano dentro de su túnel en el tallo, rastrojo o mazorca del maíz o en alguna hierba u otra planta. Puede descubrirse la presencia de los perforadores por los pequeños agujeros en la superficie de las plantas infestadas, que regularmente quedan tapados con las virutas. Cuando se abren los tallos o troncos, generalmente se encuentran dentro de ellos los perforadores, teniendo entonces casi una pulgada de largo y un octavo de pulgada de grueso. La cabeza es de color café oscuro o negra, la parte superior del cuerpo varía de color del café claro al café oscuro o puede ser de color rosado, y cada división del cuerpo presenta una hilera de pequeños lunares café oscuro, extendiéndose a lo largo del cuerpo varias rayas angostas de color café oscuro o rosado. La parte inferior del cuerpo es de color carne y no tiene ninguna marca.

Tan pronto como comienza el tiempo caliente en abril o mayo, el perforador puede dejar su refugio de invierno y penetrar a lugares más adecuados para pasar la etapa de reposo.

En mayo o principios de junio corta una pequeña abertura circular de su túnel a la superficie de la planta para proporcionar una salida a la futura mariposa, tapando después esa abertura con una delgada telaraña sedosa, retrocediendo en el túnel hasta un punto cercano al último lugar de alimentación o de abrigo, en donde generalmente construye una cubierta delgada, y dentro de ella el perforador cambia a la etapa de reposo o de crisálida, que tiene forma de lanzadera, de color café claro a café oscuro y de media a cinco octavos de pulgada de largo. Después de 10 a 14 días la cubierta de la crisálida se rompe y sale la mariposa o adulto, que en condiciones normales de clima se encuentra en los campos desde junio hasta septiembre.

Las hembras comienzan a poner sus huevos poco tiempo después de que salen. Las mariposas permanecen inactivas durante el día, escondiéndose en los manchones de hierbas o céspedes o bajo las hojas de otras plantas. Al oscurecer, y algunas veces durante la noche cuando el tiempo es bueno, vuelan de una

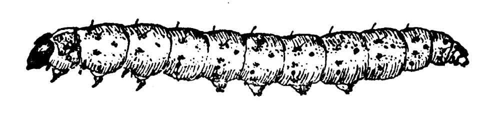
planta a otra y depositan sus huevos en masas planas e irregulares. Una hembra puede poner hasta 1,000 huevos, aunque el promedio es aproximadamente de 400. Las mariposas viven de 10 a 24 días y una masa de huevos contiene generalmente de 15 a 20 de ellos, habiéndose encontrado hasta 162 en una sola masa, aunque pueden ocurrir también huevos aislados. Las masas se depositan principalmente en la superficie inferior de las hojas de maíz, aunque a veces se depositan también en las hojas superiores, en el tallo o en la panoja. Cada huevo es aproximadamente del tamaño de la mitad de una cabeza de alfiler y en las masas los huevos se extienden unos sobre otros como las escamas de los peces. El huevo es casi plano y de color blanco cuando se deposita, pero más tarde cambia a amarillo pálido y se vuelve más oscuro antes de que salgan los perforadores tiernos.

Los huevos incuban en 4 a 9 días, dependiendo de la temperatura. El perforador recién incubado, más o menos de un dieciseisavo de pulgada de largo, tiene cabeza negra y un cuerpo amarillo pálido, con varias hileras de pequeños lunares negros o cafés. Durante su crecimiento el perforador muda o cambia su epidermis 5 ó 6 veces, aumentando gradualmente de tamaño en cada muda hasta su total desarrollo.

Los perforadores de la especie de una generación alcanzan su desarrollo total en agosto si las condiciones de clima son normales y a intervalos continúan alimentándose o perforando hasta que el tiempo frío pone fin a sus actividades en octubre o noviembre. Permanecen en estado de reposo durante el invierno dentro de sus túneles en los tallos del maíz, rastrojo, olotes u otras plantas que sobreviven al invierno.

Poco tiempo después del descubrimiento del perforador en los Estados Unidos de Norteamérica los investigadores trataron de establecer represiones biológicas semejantes a las que existen en sus lugares nativos.

Durante las investigaciones, que se iniciaron en 1919 y que han continuado hasta la fecha, se han traído a este país más de 23 millones de larvas y crisálidas del perforador desde Europa y 3 millones del Oriente, y de ellas se han reproducido sus enemigos naturales, y se han recolectado y enviado a este país otros parásitos en la etapa de crisálida. De las 24 especies incluidas en las importaciones, 21 fueron lo suficientemente numerosas para permitir su colonización en las áreas de nuestro país infestadas por los perforadores, y el número de parásitos disponibles para colonización obtenidos de las larvas y crisálidas huéspedes o de las crisálidas de parásitos enviadas de Europa o del Oriente excede de 2.5 millones, aumentándose su número mediante la reproducción en los laboratorios y las recolecciones en los campos domésticos, habiéndose liberado aproximadamente 8.5 millones de adultos de todos esos orígenes en los campos.


Perforador europeo del maíz.

Los entomólogos liberaron parásitos adultos en localidades seleccionadas en toda el área infestada, en la que los perforadores eran lo suficientemente abundantes para mantener una población de parásitos. Los expertos efectuaron especies que se establecían y obtener informes sobre su biología como ayuda investigaciones en la vecindad de esas localidades para precisar cuáles eran las para incrementar su distribución dentro de las áreas previamente colonizadas así como para colonizar áreas recientemente infestadas por la propagación natural del perforador. Las especies que se sabe que se han establecido en los Estados Unidos de Norteamérica y el número de adultos liberados de cada una

son los siguientes: *Lydella stabulans grisescens* (838,966), *Orogenes punctorius* (198,145), *Macrocentrus gifuenis* (2.610,654), *Sympiesis viridula* (394,382), *Chelonus annulipes* (401,983) y *Phaeogenes nigridens* (53,234).

Para determinar los efectos de los parásitos los expertos prepararon programas y técnicas especiales de muestreo. Entre ellos se encontraban diseños de coordenadas polares para estudiar la extensión de los establecimientos, las proporciones y dirección de las dispersiones y otros datos pertinentes. Esos diseños consistían de secciones para ayudar al esparcimiento del muestreo en anillos concéntricos alrededor de un círculo central que rodeaba el punto de liberación. El número de secciones en cada anillo y el ancho de éste se variaban de acuerdo con los objetivos que se buscaban. Los estudios demostraron que los parásitos se han propagado en proporciones diferentes a partir de los muchos puntos de liberación. Desde las colonias más antiguas en el Este, en donde han ocurrido desde hace 20 años o más, algunas especies se han encontrado en puntos muy distantes. En los Estados centrales del Norte, en donde la colonización es más reciente, se han establecido y dispersado varias de las especies, siendo difícil calcular exactamente el beneficio económico obtenido de esos parásitos, pero en muchas secciones se ha observado la parasitización de más del 50% de los perforadores. La parasitización promedia en grandes áreas es lo suficientemente alta para indicar que los parásitos matan grandes cantidades de perforadores.

Veintinueve especies de insectos indígenas en las áreas infestadas son parásitos de los perforadores, pero ninguna ha sido lo suficientemente numerosa para causar gran efecto en ellos. Los expertos han tratado de suplementar la ocurrencia natural del *Trichogramma minutum,* un parásito que en ocasiones destruye porcentajes elevados de la última porción de los huevos de la segunda generación, por medio de la reproducción de cantidades suficientes de parásitos en el laboratorio, liberándolos cuando se encuentran presentes los huevos de la primera y segunda generación, sin que esos esfuerzos hayan producido efectos apreciables temporales o permanentes.

Los insectos de presa ejercen cierta influencia sobre los perforadores. Los pájaros, especialmente el carpintero lanudo *(Tryobates pubescens medianus)* y el mirlo de ala roja *(Agelaius phoeniceus phoeniceus)* y los insectos de presa, especialmente los escarabajos *Ceratomegilla fuscilabris* e *Hippodamia convergens,* con frecuencia remueven muchas larvas y masas de huevos de los perforadores de las plantas de maíz. No se han importado insectos de presa para emplearlos contra el perforador del maíz.

El único organismo productor de enfermedades que se haya observado que mate el perforador del maíz en el campo en nuestro país es el *Beauveria bassiana,* pero sólo bajo circunstancias directamente atribuibles a infecciones originadas en el laboratorio. El *B. bassiana* es un organismo insectívoro que probablemente se introdujo a los Estados Unidos de Norteamérica en larvas importadas. Se han hecho recuperaciones de campo de esta enfermedad inmediatamente después de su diseminación, pero los esfuerzos para establecerlo como medio de represión natural no han producido efectos duraderos.

La destrucción de plantas huéspedes en forma tal que se destruyan los perforadores que las infestan es una manera lógica y eficaz de combatirlos. Hemos llevado a cabo extensas investigaciones para determinar la mejor forma de hacerlo. Se desarrolló el equipo más eficaz y se obtuvo información sobre las cantidades de perforadores muertos a consecuencia de haber sido enterrados a varias profundidades en muchos tipos de tierra, mediante el empleo de trampas para capturar los insectos supervivientes, que consistían en un rectángulo de tablas de madera colocadas de canto en el campo de prueba, forradas en su interior con tiras de papel corrugado. Debido a la capacidad del perforador

para reproducirse en grandes proporciones y a la mortalidad causada por muchos factores naturales, es dudoso que la destrucción de las plantas huéspedes pueda ser altamente benéfica, a menos que se lleve a cabo una intensa campaña comunal. Sin embargo, como la mayoría de los medios mecánicos de cultivo son ya actualmente buenas prácticas de labranza, es prudente seguirlos empleando.

El utilizar las plantas infestadas como forraje de ganado es una forma de lucha contra el perforador del maíz, ya que su valor alimenticio no disminuye aunque estén seriamente infestadas. Las plantas de maíz infestadas pueden emplearse como ensilaje, directamente de los campos o como pastura finamente picada o cortada. Cuando se emplean en forma adecuada, cualquiera de esos métodos destruyen los perforadores que se encuentran en las plantas.

Cualquier maíz infestado que se conserva en silos debe cortarse cerca de la tierra. Los perforadores que escapan a la acción de los cortadores de ensilaje mueren en los silos.

Los tallos infestados de maíz deben cortarse en trozos no mayores de media pulgada, a fin de que mueran casi todos los perforadores. Esta precaución es especialmente importante si el ensilaje no se coloca directamente en los silos o si no se emplea como pastura inmediatamente después de cortarse.

Si se hace el corte y agavillamiento en el campo, el maíz debe cortarse muy bajo y muy temprano. El corte bajo ayuda a efectuar un arado limpio más tarde y facilita los demás métodos de limpieza.

En general, la proporción de perforadores que viven en los tallos abajo de cualquier altura dada aumenta a medida que avanza la estación.

Si los tallos de maíz infestados se emplean directamente como alimento sin cortarlos o picarlos previamente deben recolectarse y destruirse las partes no consumidas, a menos de que sean holladas completamente por el ganado y que se mezclen en esa forma con el abono de los pastos.

El picado o cortado de la pastura de maíz en pequeños trozos, como se hace ordinariamente por las máquinas desgranadoras o descascaradoras, mata el 95 ó 98% de los perforadores y hace la pastura más aceptable al ganado. La mayoría de los perforadores que escapan a la muerte en las máquinas perecen durante la práctica general de almacenar el material picado, empleándolo como alimento del ganado y usando los desperdicios como camas, que finalmente quedan holladas en el estiércol.

Los cortadores de tallos que rompen éstos en el campo generalmente no matan más del 60% de los perforadores que se encuentran presentes, pero promueven la rápida descomposición de los tallos y hacen más fácil un arado limpio.

La eficacia del arado para reprimir los perforadores depende de voltear tan completamente los desechos de maíz y otros desperdicios que no quede ninguno de ellos en la superficie de la tierra. Los desechos enterrados no deben sacarse a la superficie por los cultivos posteriores antes de que salgan las mariposas, y la tierra debe cultivarse o pulverizarse a fin de cerrar todas las grandes hendiduras o aberturas.

El enterramiento de material infestado no mata los perforadores de por sí, ya que la gran mayoría de ellos escapa a la superficie pronto o tarde. Si se hace un arado limpio, sin embargo, la mayoría de las larvas que salen a la superficie mueren porque quedan expuestas a sus enemigos naturales, tales como los pájaros, hormigas, escarabajos de tierra e insectos parásitos y de presa, pero si el arado no se hace en forma adecuada, cuando los perforadores salen a la superficie se introducen en cualquier fragmento de planta de maíz o de hierba que haya quedado abandonado y con esa protección puede completar su desarrollo hasta la etapa de mariposa.

La profundidad del arado para la represión del perforador no tiene importancia si se cubre completamente todo el material a una profundidad suficiente para impedir que vuelva a la superficie de la tierra por los cultivos posteriores o por la acción del clima, convirtiéndose así en abrigo de los perforadores que salen a la superficie. Sin embargo, para asegurar una cobertura adecuada y para disminuir la posibilidad de que el material enterrado se saque nuevamente a la superficie, debe ararse a una profundidad de 6 pulgadas o más si las condiciones de la tierra lo permiten.

Un aditamento eficaz para ayudar a enterrar los desperdicios consiste en 3 alambres del número 9. Se sujetan los alambres, aproximadamente de 12 pulgadas de largo, al bastidor del arado y se dejan sueltas las puntas. Las puntas sueltas se enganchan en el surco a medida que se voltea, quedando los alambres sujetos firmemente a la parte superior del surco por el peso de la tierra en las puntas enterradas, lo que ayuda a voltear todos los desperdicios hasta el fondo del surco.

El arado con discos de los tallos de maíz o rastrojo grande como preparación para la siembra de pequeñas gramíneas u otras cosechas no es de recomendarse desde el punto de vista de la represión de los perforadores, a menos que a ello siga un arado limpio. El arado de discos permite que sobreviva un gran porcentaje de los perforadores y la sombra suministrada más tarde por los granos en desarrollo protege a los perforadores que se encuentran en los desperdicios abandonados en la superficie.

El empleo de rodillos, el apisonamiento de la tierra, el arado con discos u otros tipos semejantes de cultivo no tienen ningún valor práctico en la lucha contra los perforadores.

Los insecticidas son eficaces para proteger el maíz contra los daños de los perforadores. Las investigaciones se han enderezado hacia la búsqueda de insecticidas más eficientes y económicos. En años recientes se han diseñado y probado toberas que aplican rocíos en forma de gotas de un tamaño satisfactorio y bajo presión suficiente para que caigan de las toberas a los verticilos, axilas de las hojas y otras partes de las plantas en las que se alimentan los perforadores. Los químicos han producido insecticidas nuevos y altamente tóxicos y se han modificado ciertas fórmulas para permitir dosis de aplicación bajas y prácticas que no tapen las toberas y que tengan la capacidad de penetrar en las partes escondidas de las plantas en donde se alimentan las larvas, así como de permanecer en las plantas durante varios días. En la búsqueda de nuevas sustancias insecticidas, los investigadores han tratado de mantener su toxicidad a las plantas y a los animales de sangre caliente tan baja como sea posible.

Cada año se desarrollan varios cientos de compuestos por la dirección de investigaciones sobre insecticidas y se prueban para determinar su eficacia para la represión del perforador. Muchas de esas sustancias consisten en polvos obtenidos de partes de plantas procedentes de países extranjeros, y en esos trabajos se llevan a cabo en el laboratorio pruebas extremadamente precisas para encontrar los insecticidas más prometedores. Se les somete en seguida a pruebas adicionales en pequeñas parcelas en el campo, y los que resultan eficaces se prueban en gran escala en los campos.

Como el perforador se alimenta en lugares escondidos de las plantas y debido a las características de crecimiento de las plantas de maíz, tuvo que diseñarse un equipo completamente diferente del que se emplea contra las plagas de las cosechas de surco. Las agencias agrícolas estatales en la mayoría de los Estados infestados han establecido servicios que observan los progresos del maíz y de los perforadores, y esas agencias pueden proporcionar los mejores consejos sobre

la oportunidad de aplicación, así como sobre otros problemas relacionados con la represión del perforador del maíz.

El maíz debe sembrarse en época que normalmente le permita producir su máximo rendimiento en la localidad donde se cultiva, según las recomendaciones de las agencias agrícolas estatales. El evitar las siembras tempranas protege contra las graves infestaciones de los perforadores de la primera generación, así como contra los peligros de mala germinación y de los posibles daños que puedan causar las heladas de primavera. El evitar la siembra tardía protege contra los daños causados por los perforadores de la segunda generación, así como contra la posibilidad de daños causados por las heladas tempranas y la falta de madurez del maíz en el otoño.

Ninguna especie de maíz ha resultado ser completamente inmune contra los perforadores. Algunas especies tienen características inherentes que les permiten resistir o tolerar los perforadores mejor que otras. El número de perforadores por planta al tiempo de la recolección, comparado con el número de huevos del perforador originalmente encontrados en la planta, es mucho menor en algunas especies de maíz que en otras. Igualmente, algunas especies de maíz resistirán mejor que otras a los ataques de un número dado de perforadores. Los cultivadores de plantas están aprovechando los informes obtenidos en relación con la resistencia de las entrecruzas de maíz empleadas comúnmente y las desarrolladas recientemente a base de resistencia a los perforadores, a fin de proporcionar a los cultivadores híbridos que puedan producir rendimientos satisfactorios en las localidades infestadas por los perforadores.

La investigación para precisar estos puntos comprende el estudio de miles de líneas de maíz obtenidas de todas partes del mundo. Se hicieron observaciones de materiales tan ampliamente divergentes como las variedades de polinización abierta de México y América del Sur, áreas en las que se cree que el maíz tuvo su origen; el maíz de polinización abierta cultivado durante muchos años bajo condiciones de infestación del perforador del maíz en Europa, las líneas desarrolladas por los cultivadores para suministrar resistencia a otros insectos, el plasma de gérmenes obtenido del maíz cultivado originalmente por los indios en los Estados Unidos de Norteamérica, cientos de líneas desarrolladas por los cultivadores en su búsqueda de mejores características económicas y muchas otras.

A fin de determinar con precisión las diferencias relativas en la resistencia de las diversas líneas de maíz, fue necesario infestar cada una de ellas con los perforadores tan uniformemente como fue posible. Para obtener ese resultado y para asegurarse que pudieran hacerse las pruebas aun en años de bajas infestaciones naturales de los perforadores, se produjeron muchos miles de sus huevos cada año bajo condiciones de laboratorio y se depositaron a mano en las plantas de prueba. Para asegurar el éxito y eficiencia de este método se elaboraron muchas piezas de equipo así como técnicas específicas. Se hace que las mariposas que se conservan en grandes jaulas de salida pongan sus huevos en papel encerado, empleándose máquinas cortadoras de huevos capaces de suministrar 10,000 masas de huevos al día en discos de papel encerado. Se estudiaron las condiciones de conservación de las mariposas que depositan huevos, así como de éstos, mejorándose las mismas a fin de aumentar la eficiencia de la investigación.

Ninguno de los métodos que hemos discutido proporciona la represión necesaria, pero mediante su empleo pueden disminuirse las pérdidas a las cosechas causadas por los perforadores. El monto del beneficio obtenido dependerá de las condiciones favorables o desfavorables de clima, de cuantos métodos de represión se emplean y de la forma en que se lleven a la práctica.

Aunque el cultivador dispone de los medios necesarios para evitar serios daños a sus plantíos de maíz, el objetivo de la investigación debe ser la disminu-

ción de la amenaza en tal forma que no sean necesarios los métodos adicionales de represión, aparte de los recomendados por las prácticas razonables de labranza en ausencia del perforador, así como disminuir el costo de la mano de obra, de las erogaciones y del equipo necesarios para las medidas de represión recomendadas, en tal forma que contribuya a su adopción universal.

Para alcanzar el primero de estos objetivos debe continuarse la búsqueda en todas las áreas mundiales productoras de maíz para encontrar y utilizar plasmas de gérmenes altamente resistentes al perforador. La incorporación de este material en los híbridos agronómicamente deseables para su empleo en las áreas infestadas proporcionaría un ahorro considerable sin necesidad de los fuertes desembolsos en estación para el empleo de las medidas directas de represión.

Aunque las perspectivas de represión biológica parecen alentadoras, debe continuarse la búsqueda en aquellas partes del mundo donde ocurre el perforador, pero en las cuales no se han llevado a cabo investigaciones sobre parásitos. Debe hacerse un estudio más completo de los insectos de presa y de su empleo, así como del papel de esos insectos benéficos en los países donde el perforador es nativo. Una combinación eficiente de parásitos, insectos de presa y organismos productores de enfermedades ayudaría grandemente a disminuir los daños causados por el perforador.

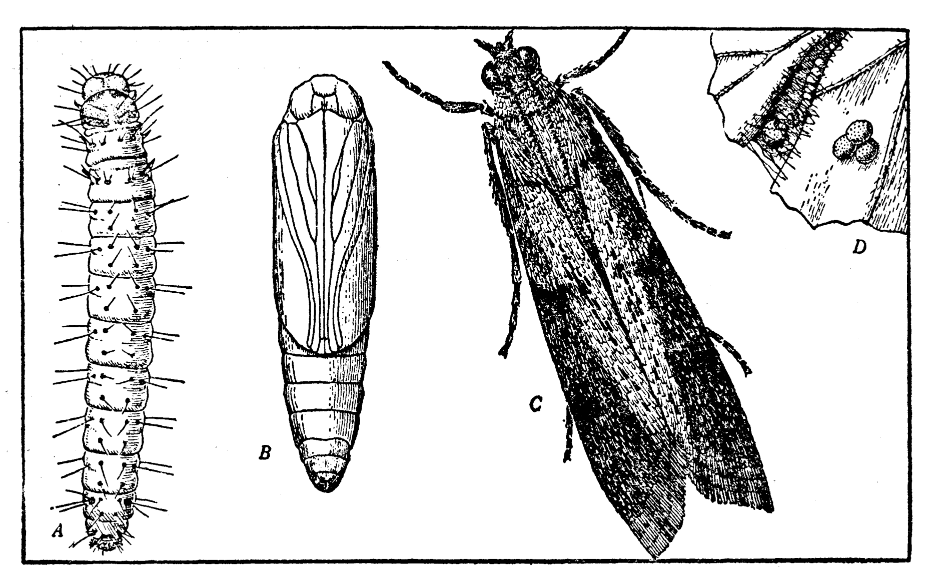
La investigación en relación con el segundo objetivo comprendería el desarrollo de insecticidas más eficientes, así como de equipo y métodos para su aplicación. El encontrar medios más infalibles y prácticos para precisar si hay necesidad de los tratamientos y el tiempo apropiado para aplicarlos constituiría un gran adelanto, habiéndose hecho ya algunos estudios sobre venenos sistemáticos. Se han probado gran número de venenos sistemáticos, tanto en el laboratorio como en el campo, mezclando las sustancias en dosis variadas con las tierras en las que se cultiva maíz, habiéndose observado una gran mortalidad de las larvas que se alimentan del maíz tratado en esa forma. Este trabajo debe continuarse, ya que sugiere la posibilidad de una medida de represión que puede emplearse con poco costo adicional para el agricultor.

WILLIAM G. BRADLEY *era entomólogo encargado del Laboratorio de Investigación del Perforador Europeo del Maíz de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en Ankeny, Iowa. Después de graduarse en la Universidad del Estado de Louisiana fue entomólogo ayudante de la Estación Agrícola Experimental de Louisiana, y en 1952 fue a la República Dominicana para tomar parte en el Programa del Punto Cuarto.*

Los insectos que atacan el tabaco

D. J. Caffrey

EL TABACO está sujeto a los daños causados por varias especies de insectos desde que los brotes nacen en los almácigos hasta que se recolecta la cosecha, durante el período de almacenaje y después de que los productos manufacturados han sido preparados y se ofrecen a la venta.



Mariposa del tabaco: A, larva; *B,* crisálida; *C,* adulto; *D,* huevos.

Los insectos que atacan los brotes de tabaco o la cosecha en desarrollo incluyen los gusanos de cuerno, pulgones, áfidos, gusanos cortados, larvas de los escarabajos verdes de junio, gusanos del botón del tabaco y lombrices.

Otros que están menos extensamente distribuidos son los gusanos de telaraña, succionadores, saltamontes, grillos, picudos de las legumbres, larvas de mosquitos, babosas y moscas succionadoras.

El escarabajo de cigarrillo infesta comúnmente casi todos los tipos de tabaco en almacenaje. Los tabacos almacenados del tipo doméstico curado en chimenea y del tipo turco importado que se emplean para hacer cigarrillos son susceptibles a los ataques de la mariposa del tabaco, y toda clase de productos de tabaco, puros, cigarrillos, tabaco para fumar y masticar y rapé, pueden quedar mutilados y contaminados por el escarabajo de cigarrillo.

A pesar de los muchos años de investigaciones y del desarrollo de remedios bastante eficaces, los insectos continúan causando importantes pérdidas, que se calculan en 100 millones de dólares anuales a las cosechas en desarrollo y de 5 a 10 millones a los productos almacenados y manufacturados en años recientes. Se pueden apreciar las pérdidas si se recuerda que el tabaco ha sido una cosecha comercial en los Estados Unidos de Norteamérica desde 1612, que tenía un valor en granja de más de un billón de dólares en 1950 y que en ese año se cultivaba en 1.593,900 acres en todos los Estados del Sur, del Este y del Centro.

Los pulgones, las larvas del escarabajo verde de junio y los áfidos atacan comúnmente los brotes de tabaco en los almácigos y más raramente los gusanos cortados, los grillos, la babosa negra europea, los picudos de las legumbres, los saltamontes y las larvas de mosquitos.

Los pulgones (principalmente el pulgón del tabaco y el de la papa) constituyen plagas graves de los brotes de tabaco en muchos distritos, y sus depredaciones causan a menudo la total destrucción de las cosechas tiernas. Una forma de combatirlos es el construir los almácigos con paredes laterales herméticas y con una cubierta de tela hermética que evite la entrada de los pulgones adultos. Si eso no es suficiente, pueden emplearse polvos o rocíos que contengan DDT, criolita o rotenona, que son muy eficaces.

Las larvas del escarabajo verde de junio causan daños a los almácigos, penetrando en la tierra, desarraigando los pequeños brotes o cubriéndolos de tierra. Esa penetración causa también una ventilación excesiva de la tierra superficial que a menudo reseca y mata los brotes. Esta plaga puede reprimirse mediante el empleo de un cebo envenenado que consiste de parathion o de fluosilicatos de bario, sodio o potasio, mezclado con harina de trigo y esparcido en los almácigos. Se obtienen resultados igualmente eficaces aplicando una mezcla de polvo o un enjuague que contenga parathion (o una mezcla de polvo que contenga lindano) a la superficie de los almácigos. La gasolina común puede también ser eficaz contra las larvas cuando se aplica a la tierra de los almácigos por medio de agujeros lo suficientemente grandes y profundos para permitir que el nivel de la gasolina vaciada en el agujero se conserve por lo menos a 2 pulgadas abajo de la superficie de la tierra. Este procedimiento conserva la gasolina lejos de las raíces de las pequeñas plantas de tabaco, a las que dañaría. Después de que se ha aplicado la gasolina se tapan los agujeros con porciones de tierra húmeda.

En muchos distritos los áfidos, especialmente el áfido verde del chícharo, se han convertido en una de las principales plagas del tabaco. Algunas infestaciones se inician en los almácigos, y si no se reprimen pueden propagarse por medio de los brotes a los campos en donde se trasplantan, lo que hace necesario inspeccionar frecuentemente las plantas de los almácigos para precisar si hay áfidos en ellas. Una mezcla de polvo que contenga parathion reprimirá los insectos, pero como la infestación de los áfidos en los almácigos puede originarse en ciertas hierbas o cosechas cultivadas, tales como coles, brécol o nabo, es muy importante remover las hierbas de los almácigos y sus cercanías durante las etapas tempranas de las cosechas de tabaco, localizando los almácigos a cierta distancia de las cosechas cultivadas infestadas por los áfidos.

Varias especies de gusanos cortados pueden causar grandes daños a los almácigos en corto tiempo. Algunas especies invernan en la tierra en forma de larvas, y cuando las temperaturas son favorables se alimentan vorazmente en las pequeñas plantas, debiendo examinarse cuidadosamente aun aquellos almácigos que se esterilicen por medio de fuego o vapor para cerciorarse de que no presentan daños causados por los gusanos cortados. Si el daño continúa, debe aplicarse a los almácigos un cebo que contenga verde de paris o fluosilicato de sodio en salvado de trigo, habiendo dado también buenos resultados los cebos que contienen toxafeno o clordano o mezclas de polvos que contengan DDT aplicados a la superficie.

En el Sur, los topogrillos causan a menudo graves pérdidas, desarraigando y cubriendo con tierra los retoños, pero los exterminarán los cebos de verde de paris o fluosilicato de sodio en salvado o un rocío que contenga parathion.

La babosa negra europea invade frecuentemente los almácigos de tabaco y devora los brotes, especialmente a lo largo de sus márgenes, pudiendo reprimirse con cal hidratada o apagada al aire aplicada inmediatamente dentro de las paredes de los almácigos, siendo también eficaz un cebo envenenado que contenga metaldehido, o una mezcla de polvos que contengan parathion aplicados a la superficie de las camas.

Tanto los adultos como las larvas del picudo de las legumbres se alimentan en los brotes, pero se reprimen con polvos que contengan DDT o con arseniato de plomo, evitándose que se propaguen a los campos cuando se trasplantan los brotes.

Varias especies de saltamontes y larvas de mosquitos *(Tendipédidas)* infestan a veces los almácigos. Los saltamontes pueden reprimirse con los mismos cebos empleados contra los gusanos cortados o topogrillos o con un polvo que contenga toxafeno aplicado a la superficie de los almácigos. A veces las larvas de mosquitos son lo suficientemente abundantes como para causar daños penetrando en la

tierra y ventilándola y haciendo que se resequen las plantas. El DDT aplicado en forma de polvo a la superficie de la tierra es un buen remedio.

LAS PLANTAS DE TABACO RECIÉN TRASPLANTADAS sufren a menudo graves daños por los pulgones, gusanos cortados, lombrices, áfidos y menos frecuentemente por los gusanos de telaraña.

Los pulgones son especialmente destructores durante la etapa de marchitamiento antes de que las plantas se establezcan en su nuevo medio. Pueden evitarse daños serios haciendo aplicaciones de mezclas de polvos o rocíos que contengan DDT o criolita en las plantas antes de que se saquen de los almácigos. Los resultados benéficos de esos insecticidas duran generalmente de 7 a 10 días y su empleo hace innecesario el aplicar insecticidas especiales más tarde, pero si se tiene que luchar contra los pulgones en las plantas trasplantadas recientemente en el campo, las mezclas de polvos que contengan DDT o criolita pueden usarse con ventaja. Todas las plantas sobrantes en las camas deben destruirse tan pronto como se haya terminado el trasplante, a fin de eliminarlas como fuente de reproducción y de alimento para los pulgones que puedan encontrarse en los campos de tabaco cercanos. Las plantas sobrantes pueden destruirse enterrándolas o rastreando perfectamente los almácigos.

Varias especies de gusanos cortados atacan las plantas de tabaco recién trasplantadas. La protección más eficaz contra ellos consiste en aplicar un cebo de salvado envenenado que contenga verde de paris o fluosilicato de sodio antes de que las plantas se trasplanten en los campos. Como durante la noche hay muchos gusanos cortados activos, el esparcimiento del cebo al caer la tarde ha dado mejores resultados. Aun con esta precaución, a veces ocurren daños en ciertos lugares en los campos después de que las plantas han sido trasplantadas. El problema puede solucionarse esparciendo pequeñas cantidades del cebo cerca de las plantas en las partes afectadas de los campos, pero al hacerlo hay que tener cuidado de poner la menor cantidad posible de cebo envenenado en las plantas, porque cualquier residuo que se aloje en las hojas del tabaco puede causar daños.

Varias especies de lombrices se consideran entre las plagas más importantes de las plantas de tabaco recién trasplantadas. El clordano o parathion mezclados en pequeñas cantidades con el agua que se emplea durante el trasplante son eficaces para combatirlas. Debe usarse suficiente agua al trasplantar a fin de asegurar una buena distribución de los ingredientes insecticidas en la tierra que rodea las plantas trasplantadas. Deben emplearse trasplantes grandes y gruesos, porque sufren menos daños que las plantas pequeñas.

Los áfidos, que comúnmente no dañan seriamente al tabaco en la época de trasplantes, pueden disminuirse mediante la aplicación de una mezcla de polvos que contengan ya sea parathion o pirofosfato de tetraetilo inmediatamente antes de que las plantas se saquen para trasplantarse. Esas aplicaciones protegen comúnmente las plantas contra los áfidos mientras se trasplantan y se establecen en los campos.

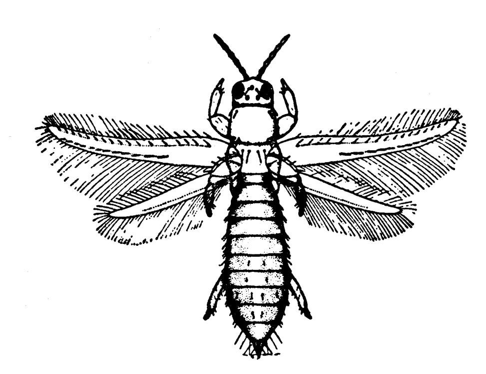
Los gusanos de telaraña de la tierra, conocidos a veces como crámbidos del tabaco, se alimentan en las raíces y bases de las plantas recién trasplantadas. Un remedio eficaz consiste en un cebo que contenga verde de paris, aceite de mirbana (nitrobenzol) y harina de maíz, aplicado a las plantas inmediatamente después de trasplantarlas o tan pronto como se noten daños en los campos.

LOS GUSANOS DE CUERNOS, LOS GUSANOS DEL BROTE DEL TABACO, áfidos y pulgones dañan comúnmente las plantas de tabaco en desarrollo, y menos frecuentemente los succionadores, saltamontes y moscas succionadoras atacan también las cosechas en desarrollo.

Los gusanos de cuerno son los más extensamente distribuidos y los más des-

tructores. El arseniato de plomo se usó extensamente durante muchos años, aunque tenía varias características indeseables, y los investigadores han tratado de encontrar un sustituto que reprima las plagas sin dejar un residuo venenoso, que no dañe las plantas y que no rebaje la calidad del tabaco curado.

Encontraron que el verde de paris es bastante eficaz, aunque bajo ciertas condiciones daña el tabaco y contiene arsénico. La criolita es también bastante eficaz y ha sido empleada por algunos cultivadores. El DDT es eficaz en el tabaco contra el gusano de cuernos del tomate, pero no contra una especie estrechamente relacionada, el gusano de cuernos del tabaco, que es la que predomina en el Sur. Recientemente se han obtenido resultados alentadores en la represión de ambas especies aplicando mezclas de polvos o rocíos que contengan TDE.



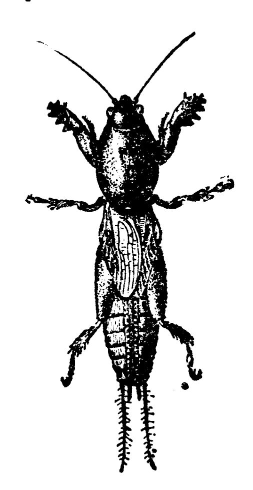
Succionador del tabaco.

Se han hecho considerables investigaciones sobre los métodos de atraer, atrapar y envenenar las mariposas progenitoras de los gusanos cortados. Empleadas aisladamente esas prácticas no son completamente satisfactorias, pero tienen cierto valor como suplemento a otros métodos tales como la captura a mano o el empleo de insecticidas.

El gusano del brote del tabaco está muy extendido y es muy destructor en el Sur. Al principio los cultivadores empleaban el conjunto del "muchacho chico y muchacho grande" para combatirlo. El muchacho chico colocaba en los brotes en desarrollo de cada planta de tabaco infestada un pequeño montón de tierra caliente superficial, que hacía que el gusano cortado dejara su escondrijo en los pliegues de las hojas en proceso de desarrollo en la planta. El muchacho grande seguía muy de cerca y mataba los gusanos del brote antes de que pudieran escapar al peligro. Más tarde se combatió el gusano del brote aplicando una pulgarada de harina de maíz con arseniato de plomo a los brotes en desarrollo, método eficaz que sólo dejaba muy poco veneno en el producto recolectado, pero que necesitaba mucho tiempo y trabajo. Actualmente los cultivadores emplean una mezcla de polvos que contiene DDT que es tan eficaz como los cebos envenenados y que puede aplicarse sin grandes desembolsos por concepto de mano de obra. El DDT puede usarse en las plantas que se están madurando o en las cápsulas de semilla de tabaco en donde no pueden emplearse los cebos envenenados.

Desde 1946 el tabaco de la mayoría de las regiones productoras ha sufrido los ataques de un brote de áfidos, y principalmente del áfido verde del durazno, que han disminuido el rendimiento y calidad del tabaco al succionar los jugos de las plantas y han contaminado el producto con desechos de insectos y con una sustancia pegajosa llamada comúnmente miel de rocío que secretan esos insectos y que no puede removerse del tabaco recolectado sin dañar el producto de mercado. Las extensas investigaciones sobre los hábitos de los áfidos y sus métodos de represión, así como las pruebas efectuadas con los insecticidas más recientes, establecieron que puede obtenerse una represión satisfactoria mediante el empleo oportuno de polvos o rocíos que contengan parathion o pirofosfato de tetraetilo. Muchos cultivadores han utilizado esas sustancias, pero se necesitan todavía mayores investigaciones para determinar su efecto final en las plantas de tabaco, así como su toxicidad.

Aunque los pulgones se reprimen satisfactoriamente en los almácigos y en las plantas recién trasplantadas, a veces ocurren graves infestaciones en las plantas de los campos. En ocasiones esas infestaciones son graves cuando se aproxima la recolección y requieren la aplicación de insecticidas especialmente en los tipos de tabaco cultivados para envoltura de puros, ya que unos cuantos agujeros producidos por los escarabajos arruinan las hojas de tabaco para la manufactura de puros. Se encontró que la rotenona era un remedio excelente, y más recientemente los polvos o rocíos que contienen DDT han demostrado ser eficaces contra los pulgones, así como contra otras especies de insectos que se alimentan en las hojas, incluyendo el gusano del brote del tabaco, que a veces daña las plantas durante ese período. Los polvos o rocíos que contienen criolita son también bastante eficaces.



Topogrillo.

Los succionadores del tabaco dañan las hojas que se emplean para envoltura de puros y a menudo se asocian con los pulgones. Una mezcla de polvos que contenga piretro y rotenona reprimirá los succionadores en las hojas de tabaco y disminuirá los daños causados por los pulgones.

La mosca succionadora ataca el tabaco cultivado para curarse en chimenea en muchas partes del Sur, y periódicamente se vuelve lo suficientemente abundante para causar serios daños en los campos de tabaco trasplantados tarde en la estación. En el tabaco en desarrollo inmediatamente antes de la recolección sus hábitos de alimentación pueden disminuir el peso y grueso de las hojas curadas. Las desagradables manchas de excrementos en la superficie inferior de las hojas y el cambio anormal en sus condiciones impiden la debida coloración y la cura y causan una pérdida consiguiente en calidad. Las mezclas de polvos que contengan parathion o los rocíos que contengan parathion o pirofosfato de tetraetilo son eficaces contra las moscas succionadoras.

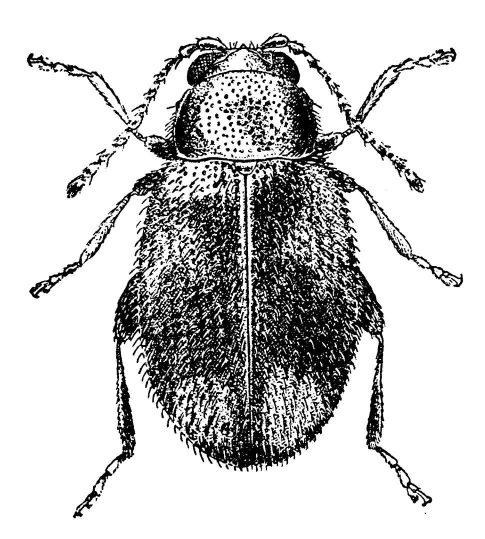
A veces varias especies de saltamontes desnudan las cosechas de tabaco en desarrollo, especialmente en los márgenes de los campos. Pueden reprimirse las plagas en condiciones de campo mediante los cebos envenenados que mencioné para emplearse contra ellos en los almácigos, o por medio de una mezcla de polvos que contengan toxafeno aplicados a las hierbas que crecen en los márgenes de los campos de tabaco y que normalmente albergan los saltamontes antes de que lo invadan.

Los insectos que infectan el tabaco almacenado así como los productos de tabaco causan perjuicios a una gran industria relacionada con la cura, fermentación y fabricación de esos productos en los Estados Unidos de Norteamérica. Las plagas de insectos causan grandes pérdidas cada año, pero no debe inferirse de ello que sea probable que los productos de tabaco salidos de las fábricas de los manufactureros norteamericanos estén confeccionados con tabacos infestados. Se toman precauciones para eliminar los insectos en las bodegas y fábricas de tabaco y la industria hace constantes esfuerzos para conservar sus existencias libres de insectos. La mayoría del tabaco debe conservarse almacenado por un período de tiempo de 2 años o más a fin de que se fermente o añeje lentamente bajo condiciones naturales de temperatura y humedad. Por tanto, los fabricantes tienen que tener almacenadas grandes existencias de tabaco para cubrir las demandas del comercio y de la fabricación. Por ejemplo,

en agosto de 1950 había 3.155,000 libras de hoja de tabaco sin manufacturar almacenadas en los Estados Unidos de América y en Puerto Rico.

Desde hace años el escarabajo de cigarrillo ha sido la principal plaga del tabaco almacenado, pero desde 1930 la mariposa del tabaco ha aumentado en importancia como plaga de los tabacos curados en chimenea e importados de Turquía que se emplean para la fabricación de cigarrillos en algunas partes de este país. Se han encontrado ejemplares del escarabajo de cigarrillo en vasos de alabastro en la tumba de Tutankhamen, indicando que la especie era común en Egipto hace por lo menos 3,500 años. Las investigaciones efectuadas en la segunda década de este ciclo demostraron que la fumigación del tabaco con el gas del cianuro de hidrógeno reprimiría el escarabajo de cigarrillo en las bodegas de tabaco cerradas así como en las bóvedas y cámaras al vacío. Sin embargo, la continua experiencia de la industria ha demostrado que el gas del cianuro de hidrógeno empleado tanto contra el escarabajo de cigarrillo como contra la mariposa del tabaco no era eficaz bajo condiciones prácticas en algunas bodegas cerradas, debido a las fugas de fumigante en las estructuras mal selladas. Las investigaciones posteriores han desarrollado métodos para sellar los ventiladores en las paredes de esas bodegas con papeles y gomas apropiados, para sellar las puertas corredizas con una argamasa hecha de asbesto, cloruro de calcio y agua y para sellar las aberturas o hendiduras de las paredes y aleros con cemento elástico para techar, aplicado con un inyector de presión. Esos sistemas para sellar las bodegas antes de las fumigaciones han resultado muy eficaces y han sido adoptados extensamente por la industria del tabaco en este país y en el extranjero, así como por otras industrias.

Se aumentó la eficiencia de las fumigaciones mediante el desarrollo de una trampa de succión con luces que atrae y captura los insectos adultos, indicando el tiempo de fumigación más eficaz al proporcionar un índice continuo de la abundancia y actividad de los insectos. Una de esas trampas se instala por cada 75,000 ó 100,000 pies cúbicos de espacio en las bodegas de tabaco y funcionan durante el período del año en que los insectos entran en actividad, que en la latitud del este de South Carolina es aproximadamente del 1º de abril al 1º de diciembre. Deben fumigarse las bodegas tan pronto como las capturas promedias en esas trampas de succión sobrepasen del nivel de peligro previamente establecido, que generalmente es de 50 escarabajos de cigarrillo o mariposas adultas del tabaco por semana. No puede confiarse en una inspección visual para determinar la necesidad de las fumigaciones, porque las actividades de alimentación de los insectos en el tabaco que se encuentra en barriles y pacas alcanza proporciones peligrosas antes de que esos daños produzcan manifestaciones externas.



Pulgón del tabaco.

Como parte del método de evaluación de la eficacia de los diferentes fumigantes y programas de fumigación se han preparado estacas huecas para la colocación de lotes de insectos de prueba a diferentes profundidades en los barriles y pacas de tabaco antes de su fumigación. Después de ésta se sacan las

estacas y se examinan los insectos en ellas para determinar la mortalidad obtenida con el proceso de fumigación, pudiendo precisarse en esa forma, sin perjudicar el tabaco, la profundidad a la que la fumigación es eficaz y el porcentaje de insectos muertos a diferentes profundidades en el tabaco. Su empleo hace posible una dosificación más efectiva del fumigante así como de la duración de los períodos de exposición. El desarrollo del método de fumigación en cámaras de vacío aumentó también las facilidades para la represión de insectos en el tabaco que se enviaba a diversas partes de este país o fuera de él. El empleo de grandes cámaras de vacío produce una mejor penetración del gas venenoso en los recipientes del tabaco.

Se emplea un fumigante que consiste en una mezcla de óxido de etileno y dióxido de carbono contra el escarabajo de cigarrillo y la mariposa del tabaco, en condiciones de vacío, especialmente si se trata de puros manufacturados o de tabaco para puros. Este fumigante tiene la ventaja de no dejar olor desagradable, pero no es muy eficaz a temperaturas inferiores a 60° F., aproximadamente.

El bromuro de metilo es un fumigante satisfactorio en los lugares cerrados donde se almacena tabaco, pero bajo ciertas circunstancias produce malos olores. El bromuro de metilo es más peligroso en su manejo que los demás fumigantes de tabaco empleados comúnmente.

Una sustancia química consiste en partes iguales de acrilonitrilo y tetracloruro de carbono es un fumigante eficaz contra los insectos que atacan el tabaco almacenado en lugares cerrados. No se ha empleado extensamente debido al posible riesgo de incendio que presenta, pero promete ser un sustituto eficaz del gas del cianuro de hidrógeno.

Los aerosoles que contienen DDT, piretro o lindano han dado resultados moderadamente satisfactorios y se continúan las investigaciones sobre este método de aplicación de insecticidas.

Se ha estudiado también el problema de la protección del tabaco en almacenaje abierto. En este tipo de almacenaje, naturalmente, no son prácticos los métodos de fumigación empleados en almacenaje cerrado, y hace algunos años se descubrió un sistema para el tratamiento de los interiores de las bodegas para almacenaje abierto que consistía en la aplicación de polvo de piretro con equipo especial, tratamiento que iba enderezado especialmente contra los adultos del escarabajo de cigarrillo y de la mariposa del tabaco. Los tratamientos resultaron ser benéficos, pero los depósitos de polvo que se acumulaban como resultado de las repetidas aplicaciones causaban reparos. Recientemente se ha encontrado más eficaz que los polvos de piretro contra los insectos adultos que atacan el tabaco en bodegas abiertas un rocío finamente pulverizado de aceite y piretro. Tuvo que diseñarse equipo especial para aplicar esos rocíos al interior de las bodegas y el éxito de este sistema ha conducido a la extensa adopción de los rocíos como procedimientos comunes para la represión de insectos en bodegas abiertas.

Hasta hace pocos años, gran parte de las investigaciones sobre la represión de insectos en el tabaco almacenado se dedicaba al tabaco para cigarrillos, ya que este tipo se conserva en almacenaje para su añejamiento por mayor tiempo que los demás. Desde 1948, sin embargo, se ha dado énfasis al tipo de tabaco para puros, en el cual no es aceptable la fumigación con cianuro en ciertos aspectos, así como a la adaptación de los procedimientos de fumigación y rocío a las condiciones encontradas en las fábricas. Se ha dado también mayor énfasis al estudio de métodos para la protección de cigarrillos, puros y otros productos manufacturados contra los daños causados por los insectos.

Se ha estudiado el problema de encontrar materiales para cubiertas o forros de recipientes para tabaco almacenado o productos manufacturados, que excluyan o rechacen los insectos. Se han probado diversas clases de papel y materias

plásticas para forrar barriles antes de empacar en ellos el tabaco, y en forma semejante se han probado como cubiertas para cigarrillos y puros muchos materiales diversos, incluyendo el papel impregnado con una combinación de piretro-butóxido de piperonil, pero ninguno de ellos ha resultado completamente satisfactorio.

En muchas áreas la mariposa del tabaco infesta periódicamente el tabaco recolectado en las bodegas de las granjas. Muchas de esas infestaciones se causan originalmente por los adultos de la mariposa del tabaco que se propagan y escapan de las bodegas abiertas de las cercanías. El cubrir esas unidades de almacenaje abiertas con mallas de alambre a fin de evitar que las mariposas escapen y penetren a las bodegas de tabaco ha ayudado grandemente a solucionar este problema, así como el eliminar o cubrir con malla de alambre los granos o materias alimenticias almacenados en las cercanías, que constituyen también fuentes de propagación. La salubridad de las bodegas, incluyendo la remoción de desechos de tabaco y toda clase de desperdicios, ayuda también grandemente a disminuir las poblaciones locales de mariposas del tabaco y reduce la probabilidad de infestación del tabaco recolectado que se almacena en las bodegas. La aplicación de polvos de piretro al interior de las bodegas de tabaco infestadas ha resultado eficaz para matar los insectos adultos.

Los estudios especiales relacionados con el efecto del almacenaje fresco o en frío descubrieron que esa práctica comercial corriente tiene gran valor para evitar o detener las infestaciones de insectos en el tabaco almacenado o manufacturado. Por lo contrario, muchos procesos de fabricación, especialmente tratándose de tipos domésticos de tabaco para cigarrillo, comprenden operaciones de resecado del tabaco almacenado. Las máquinas que se emplean en esta operación someten el tabaco a altas temperaturas, y los estudios efectuados en relación con esos tratamientos revelaron que todas las infestaciones de insectos se destruyen bajo la influencia de las altas temperaturas usadas en esos procedimientos. Sin embargo, el tabaco resecado en esa forma es susceptible de reinfestarse nuevamente si se almacena en fábricas o bodegas infestadas, pudiendo requerir la fumigación más tarde.

D. J. Caffrey *se unió a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas en 1913. Es bien conocido por sus investigaciones de campo sobre los insectos de forrajes y cereales, y especialmente en relación con las investigaciones sobre el perforador europeo del maíz, oruga de pradera, cálcido de la semilla del trébol, oruga de la alfalfa y gusano pajizo del trigo. Inició muchos de los estudios fundamentales que condujeron al desarrollo de las medidas de represión contra el perforador europeo del maíz. Desde que entró a formar parte en 1934 de la división de investigaciones sobre los insectos de las cosechas de mercado y de jardín, como ayudante en jefe de la división, ha estado estrechamente asociado con los trabajos de investigación sobre los insectos del tabaco.*

Las plagas de insectos de los granos y semillas almacenados

R. T. Cotton y Wallace Ashby

La inauguración del programa del Gobierno de préstamos sobre granos de acuerdo con la Ley de Ajustes Agrícolas de 1938 produjo un gran aumento en las cantidades de granos almacenados como suministros de reserva así como en el lapso de tiempo en que se conservaron esas existencias. El 1º de octubre de 1941, por ejemplo, los excedentes de maíz llegaron a 646 millones de *bushels,* o sea casi cuatro veces más el promedio de 163 millones de *bushels* en 1928-32. Gran parte del maíz excedente se desgranó y almacenó en arcones de tipo de granja, método de almacenamiento que nunca se había usado previamente en los Estados Unidos de Norteamérica. Aunque las existencias de reserva de maíz. trigo y sorgo de grano desde 1940 disminuyeron a veces como resultado del incremento de las necesidades mundiales de granos para alimento del hombre o de los animales, los años que siguieron a 1948 trajeron de nuevo un marcado aumento en la cantidad de las reservas de granos. Se pusieron en servicio todos los tipos de estructuras de almacenamiento imaginables.

Para resolver los muchos problemas que se presentaron en el almacenamiento de esas grandes reservas, las agencias estatales y federales iniciaron un programa de investigación para determinar los mejores tipos de estructuras de almacenamiento que debían emplearse así como los programas más eficaces que habría que seguir para la represión de los insectos. Se hicieron estudios de los cambios en las condiciones de los granos durante largos períodos de almacenaje, los insectos relacionados, su origen, los factores que favorecían o dificultaban su abundancia, los cambios de temperatura en los granos y su efecto en la abundancia de los insectos, los métodos para secar y limpiar los granos y la eficacia de varios fumigantes para reprimir las infestaciones de insectos. Se hicieron observaciones en los cientos de arcones de maíz, trigo y sorgo de grano en varias partes del país, en sitios especiales de almacenaje y bajo condiciones de laboratorio.

El alcance de estos trabajos está cambiando constantemente para enfrentarse a la necesidad de información sobre tipos especiales de almacenamiento, para evaluar la utilidad de los nuevos fumigantes y rocíos, del equipo para secar, limpiar y manejar granos; de las estructuras de almacenamiento, así como para hacer los ajustes necesarios por la escasez de insecticidas o material estructural.

Los insectos constituyen uno de los riesgos más importantes para el almacenaje sin peligro de los granos, pero las investigaciones han demostrado una y otra vez la verdad básica de que los factores favorables para mantener las cualidades de conservación de los granos son desfavorables para el desarrollo de los insectos.

Los insectos que atacan los granos almacenados se alimentan generalmente en cualquier parte, pero algunos de ellos prefieren definitivamente ciertos granos. En el área comercial productora de maíz, Illinois, Iowa, Nebraska, Minnesota y South Dakota, las seis especies que se encuentran más comúnmente en el maíz desgranado y almacenado y que constituyen más del 98% de la población de insectos fueron el escarabajo de dientes de sierra de los granos, el

escarabajo plano de los granos, el escarabajo rojo de la harina, el escarabajo del extranjero de los granos, el escarabajo grande negro de la harina y el escarabajo velludo de hongo. Los tres primeros comprenden la mayor parte de la población de insectos. En el Sur, en donde es común la infestación de insectos, el picudo del arroz es indudablemente la especie más abundante y constituye la mayor proporción de la población de insectos en el maíz almacenado.

En la región de trigo duro de invierno de las Grandes Llanuras varias especies constituyen más del 90% de la población de insectos del trigo almacenado en las granjas, el escarabajo plano de los granos, el escarabajo de dientes de sierra de los granos, el perforador menor de los granos, el escarabajo rojo de la harina, el catella y el picudo del arroz, variando su abundancia según las condiciones de clima. En las partes del norte de la región predominan las especies más resistentes, el escarabajo plano de los granos y el escarabajo de dientes de sierra de los granos. En la parte sureste abundan más el perforador menor de los granos y el picudo del arroz. A lo largo de la costa oriental la mosca Angoumois de los granos es en ocasiones una de las plagas del trigo almacenado, aunque generalmente el escarabajo plano de los granos y el picudo del arroz son las especies principales. En el arroz almacenado en bruto son más abundantes la mariposa Angoumois de los granos, el picudo del arroz, el escarabajo plano de los granos, y el perforador menor de los granos y el escarabajo rojo de la harina.

Las mariposas que atacan los granos y semillas no son las especies que más abundan, pero aparecen ocasionalmente en cantidades increíbles en los lugares donde se almacena el maíz, limitando casi totalmente sus actividades a los granos de la superficie donde las orugas tejen filamentos sedosos que unen los granos unos a otros y forman una telaraña sedosa en la parte superior de los arcones. La mariposa de harina india, la más destructora, ataca todos los tipos de granos, y ésta y la mariposa del almendro son muy perjudiciales en los almacenes de semillas y en los establecimientos de maíces híbridos para semilla.

Los insectos destruyen por lo menos el 5% de la producción mundial de granos de cereales. Una inspección efectuada en 1947 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación indicó que la pérdida total de cereales en 29 países fue de 25.750,000 toneladas, de las cuales el 50% podía atribuirse a los insectos.

Los picudos, los escarabajos de la harina y muchos otros escarabajos del salvado devoran por lo menos su propio peso en alimentos cada semana, y sus larvas destruyen muchas veces su propio peso en alimentos durante las 3 ó 4 semanas de su desarrollo. Las pérdidas en el trigo almacenado en la región de las Grandes Llanuras pueden llegar hasta el 10% en una estación, y el maíz almacenado en el centro de la zona Sur puede destruirse en una proporción de 9% mensual.

Los insectos pueden causar otra clase de daños. Muchas especies se alimentan casi completamente del germen del grano, lo que disminuye su viabilidad, debiendo emplearse mayores cantidades de grano infestado para semilla que del no infestado, y frecuentemente hacen que se calienten los granos, pudiendo producir un olor a moho. La translocación del vapor de agua del área calentada a los granos superficiales más frescos puede causar el deterioro y la putrefacción del grano superficial. Puede ocurrir también una reducción de calidad por los malos olores o los daños causados por los insectos. Finalmente, se disminuye la cantidad de molienda de los granos infestados por la presencia en las pepitas de etapas prematuras de picudos, que son difíciles de descubrir y no pueden removerse fácilmente durante el proceso de la molienda.

Mucha gente cree todavía que los insectos se generan espontáneamente en los granos, debido probablemente a que la mayoría de las plagas de insectos en los granos almacenados son de ejemplares tan pequeños que permanecen sin ser vistos hasta que se han multiplicado en cantidades tan grandes que repentinamente los granos parecen estar hirviendo de insectos.

Las fuentes de las infestaciones de los insectos varían con las cosechas y regiones.

En todas las cosechas de granos en el Sur las infestaciones comienzan en el campo. Mientras más haciá el Norte se cultivan las cosechas, son menores las infestaciones de campo, hasta ser casi nulas en las Grandes Llanuras y regiones del Norte. El maíz cultivado en la zona productora de ese cereal está relativamente libre de infestaciones de campo, a excepción de las partes sur de Ohío, Indiana, Illinois, Missouri y Kansas. A lo largo de la costa oriental, el trigo puede infestarse hasta cierto grado en el campo por la mariposa Angoumois de los granos, pero en la principal región productora de trigo los granos pequeños rara vez se infestan en el campo con esa mariposa u otras plagas de los productos almacenados. Las semillas leguminosas, judías, chícharos, chícharos forrajeros, chícharos silvestres y otras, invariablemente se infestan con los picudos en el campo, así que los cultivadores de semillas tienen que estar siempre preparados para evitar mayores daños durante el almacenaje.

Además de las infestaciones de campo, las infestaciones en los granos y semillas almacenados se inician en las estructuras de almacenamiento o en las existencias o acumulaciones cercanas de pasturas, granos u otros productos alimenticios secos que se encuentran infestados.

Para disminuir la infestación en los campos del Sur es indispensable la recolección temprana. En los Estados del Golfo, cuando se demora la recolección hasta octubre o noviembre, el picudo del arroz puede infestar del 60 al 90% de las mazorcas de maíz en el campo y muchas de ellas quedan casi completamente destruidas. No conocemos ningún método práctico para destruir las infestaciones de insectos de los granos y semillas en el campo y, por tanto la recolección debe hacerse con prontitud, a fin de que puedan aplicarse medidas de represión durante el almacenamiento antes de que ocurran daños graves. Es de desearse la pronta recolección de los granos pequeños en dondequiera que ocurre la mariposa Angoumois de los granos, ya que ayuda a evitar las infestaciones de ese insecto en el campo y en los arcones, porque esas mariposas, que tienen el cuerpo blando, no pueden penetrar muy adentro de la superficie de los granos almacenados en arcones para poner sus huevos. El empleo de trilladoras combinadas disminuye los daños causados en los granos por los insectos, porque el grano no trillado no queda en gavillas ni tirado en los graneros, donde las mariposas puedan continuar reproduciéndose en toda su masa.

Las plagas de insectos de los granos y semillas almacenados dependen de sus suministros de alimentos para obtener el agua necesaria. Las semillas y granos que tienen un bajo contenido de humedad son desfavorables para su desarrollo, y el picudo verdadero de los granos no puede reproducirse en aquellos que tienen un contenido de humedad inferior a 9%, restringiéndose grandemente su reproducción en el grano a menos que el contenido de humedad sea superior a 11%. Los escarabajos del salvado, de los que son ejemplos el escarabajo rojo de la harina y el escarabajo de dientes de sierra de los granos, no se reproducen en semillas limpias a menos que tengan un contenido de humedad de 11% o mayor, o que la temperatura sea superior a 80° F. Sin embargo, si la semilla contiene polvo de harina o pepitas rotas, los escarabajos pueden reproducirse en ella, independientemente de la humedad que contenga. Las necesidades de humedad y temperatura de los insectos de los granos almacena-

dos están estrechamente relacionadas, y hasta cierto límite, su proporción de desarrollo crece con el aumento de temperatura y contenido de humedad de los alimentos.

La lama en los arcones causa considerables pérdidas cuando no se secan debidamente los granos antes de almacenarlos o si escurre agua o nieve dentro de los arcones durante el período de almacenamiento. El porcentaje de pérdidas es mayor cuando las temperaturas son más altas.

Bajo condiciones de almacenamiento semejantes a las que existen en Nebraska, el trigo, avena, maíz desgranado y otros granos similares que no se destinen para siembra pueden almacenarse durante un año con muy pocas pérdidas si el contenido de humedad de esos granos no excede de 13%. El frijol soya, que tiene un alto porcentaje de aceite, es más difícil de almacenar y su contenido de humedad no debe exceder de 11% durante largos períodos de almacenaje. Si se siembra el grano o semilla, el contenido de humedad debe ser 1 ó 2% menos de lo que hemos indicado, y mientras más caliente sea el clima disminuye el contenido de humedad a que pueden almacenarse los granos o semillas sin correr peligro.

Como las mazorcas de maíz se recolectan en tiempo frío, pueden almacenarse sin riesgo en recipientes bien ventilados en los Estados del Norte, con un contenido de humedad hasta de 20%, que generalmente disminuirá a niveles seguros a fines de primavera.

Las necesidades de contenido de humedad para períodos más largos de almacenamiento de granos y semillas en las granjas son menores que los fijados por las normas oficiales de granos de los Estados Unidos de Norteamérica. Esas normas oficiales se emplean principalmente para el consumo de granos en los mercados después de que salen de las granjas y penetran a los canales comerciales de distribución, en donde gran parte de esos granos se preparan en unas cuantas semanas. Además, los operadores comerciales tienen mayores facilidades que los agricultores para cuidar y conservar los granos. Los arcones en la mayoría de los grandes elevadores tienen termómetros eléctricos que permiten a los operadores la lectura en un tablero de instrumentos central de la temperatura de los granos en diferentes lugares de cada arcón. Los elevadores tienen secadores, transportadores y soportes que facilitan el movimiento de granos de un arcón a otro para evitar la formación de áreas calientes o para mezclar grano húmedo de un arcón con grano seco de otro, reduciendo de esta forma el promedio del contenido de humedad a un nivel seguro para almacenajes de corto tiempo.

Los agricultores vacilan en secar el grano hasta obtener contenidos de humedad seguros, porque en muchos mercados pierden dinero si cuentan con menor número de libras que vender, aunque sea agua parte de ese peso. La remoción de la humedad del grano no causa ninguna pérdida en el material seco, que es la parte valiosa. De hecho, después de unos cuantos meses de almacenaje, el grano seco contiene mayor cantidad de materia original seca que el húmedo y, por tanto, mientras más húmedo está el grano, se quema mayor cantidad de materia seca debido a la respiración de las pepitas y a las actividades de las lamas.

En Iowa se llenaron 29 arcones en noviembre con maíz cuyas pepitas tenían un contenido de humedad que variaba de 15 a 26%. Después de 8 meses de almacenaje en arcones ventilados, la pérdida promedio de materia seca en las pepitas fue casi de 5%, siendo mayor esa pérdida en el maíz más húmedo. Un arcón se llenó con mazorcas de maíz que tenían una humedad de 24.5% en las pepitas, y cuando se vació en junio, el maíz se había secado hasta quedar con un 13.1% de humedad, pero aparte de la pérdida de agua, las pepitas habían perdido 13% de la materia seca original.

Algunos operadores de elevadores reconocen el gran valor del grano seco y

pagan precios más altos por el grano más seco que los establecidos por las normas oficiales. Muchos comerciantes de granos harían bien en seguir esa práctica.

La ausencia de pepitas rotas y materias extrañas que proporcionan alimento a los insectos, ocupan el espacio entre las pepitas e interfieren con el movimiento natural del aire a través de los granos es de gran ayuda para un almacenaje sin peligros. En experimentos efectuados con maíz desgranado en los que se empleó aire a presión, el 5% por peso de pepitas rotas, paja y otras materias extrañas disminuyó en 19% el movimiento del aire. Como las pepitas emiten continuamente calor y humedad debido al proceso de respiración, el lento movimiento del aire a través de la masa de granos tiende a crear áreas calientes y granos apelmazados, y aun ese lento movimiento del aire en el grano limpio debido a las corrientes de convección ayuda a mantenerlo en buenas condiciones.

Se lleva a cabo la limpieza con más facilidad cuando los granos pequeños, frijoles soya u otras semillas se recolectan con trilladoras combinadas o cuando se desgrana el maíz ajustando debidamente los cedazos y la corriente de aire de las máquinas. Esto puede hacerse más tarde con un molino de ventilación o por medio de alimentación por gravedad sobre las cribas. En el Boletín de Agricultores Nº 1976, titulado *El Manejo y Almacenaje del Maíz Blando en la Granja* se ilustra una sección con fondo de varillas para el cuello de un elevador, para remover el maíz desgranado y materias similares cuando se almacena maíz en mazorca.

Para que dé buenos resultados, un arcón debe poder contener el grano sin pérdidas de su cantidad, excluir la lluvia, la nieve y la humedad del suelo; suministrar protección razonable contra ladrones, roedores, pájaros, aves de corral, insectos y olores desagradables tales como los que pueden producir los fertilizantes, sustancias químicas, polvos, gasolina o petróleo; permitir una fumigación eficaz para la represión de insectos, y proporcionar una seguridad razonable contra los daños causados por el fuego y los vientos.

Muchas facilidades de almacenamiento en las granjas no llenan estos requisitos. La inspección de 7,000 granjas en Georgia, por ejemplo, descubrió que el 74% de los lugares de almacenamiento visitados no podían fumigarse eficazmente, que el 96% de ellos no eran a prueba de roedores y que menos de la mitad proporcionaban una protección adecuada contra los elementos.

Un examen de los edificios y construcciones empleados para almacenar trigo y maíz desgranado en 6 Estados del Medio Oeste, llevado a cabo por ingenieros agrícolas, demostró la importancia de los buenos cimientos, pisos, muros, techos, puertas bien construidas, así como ventiladores y aberturas en los tejados para la protección de los granos. Aun las pequeñas hendiduras alrededor de un perno sin arandela de plomo en un techo de metal pueden causar la descomposición de 2 ó 3 *bushels* de grano. Los nudos flojos, las tablas hendidas o las uniones abiertas en los arcones de madera de un solo grueso, pueden permitir fugas suficientes para causar la destrucción de varios *bushels*. Las puertas mal selladas constituyen otras áreas en las que pueden ocurrir fugas. Los pisos muy cercanos a la tierra pueden inundarse durante las lluvias abundantes o por las aguas resultantes de la nieve y el hielo. A veces la parte superior de los cimientos queda más alta que el fondo de los arcones y recoge agua que penetra hasta los granos. Los pisos de concreto en localidades húmedas deben quedar bien levantados sobre la superficie de la tierra y protegidos con una barrera contra vapor consistente en una capa de techado compuesto encima o debajo del concreto, para evitar que se eleve el vapor de agua y se condense en los granos causando graves pérdidas.

Los granos pequeños o el maíz desgranado pueden secarse con secadores

de lotes o continuos antes de que se coloquen en los arcones. Estos secadores consisten en un recipiente ventilado para el grano, un ventilador de presión, una fuente de calor que generalmente consiste en un quemador de petróleo o de gas y los implementos de manejo e instrumentos necesarios. Los secadores continuos c de lote de tamaño suficiente para abastecer una trilladora combinada de granos o una combinación de recolectora y desgranadora de maíz pueden costar 1,500 dólares o más, dependiendo de su capacidad, porcentaje de humedad que hav que remover y cantidad de construcción que hay que efectuar en cada caso, resultando muy costosos para el agricultor mediano, pero son una buena inversión en las granjas que cuentan con grandes superficies sembradas de granos o semillas, en aquellas áreas donde los granos no pueden permanecer en las plantas hasta que estén completamente secos. Podrían usarse con ventaja por grupos de agricultores.

El desarrollo de métodos artificiales de secado y el equipo adecuado para emplearse en las granjas hace posible el desgranar las mazorcas de maíz inmediatamente después de que se recolectan o de que se emplea la recolectora-desgranadora, una máquina que deja los olotes en el campo. El maíz puede desgranarse cuando el contenido de humedad en las pepitas es de 25% o ligeramente mayor, aunque debe secarse inmediatamente antes de su almacenaje. Como el maíz desgranado ocupa sólo la mitad del espacio que el maíz en mazorca, el costo del equipo de secado puede quedar compensado con el ahorro en el costo de construcción. El método de desgranado en el campo, secado y almacenaje en arcones, en vez de enrejados, puede ser especialmente valioso en el Sur, en donde es difícil construir enrejados que puedan ventilarse en forma suficiente para que se seque el maíz y cerrarse luego herméticamente para permitir una fumigación eficaz.

El secado del grano en los arcones es menos eficaz que el secado con máquinas especiales, pero el costo del equipo es generalmente más bajo. El método ordinario en los granos pequeños consiste en colocar un piso perforado o de malla de alambre a una altura aproximada de un pie sobre el piso normal del arcón. Pueden ponerse hileras paralelas de bloques de concreto de 8 × 8 × 16 pulgadas espaciándolas de 12 a 16 pulgadas en cada sentido, colocando una tabla de 2 × 6 pulgadas sobre cada fila de bloques. Después se colocan láminas especiales de metal perforado, corrugado o acanalado sobre las tablas de 2 × 6 pulgadas, quedando así un piso perforado continuo. El aire que se fuerza a presión bajo el piso del arcón pasa a través del grano. Puede emplearse tela de alambre colocada en soportes de madera de 2 × 4 pulgadas y cubierta con mosquitero de alambre en vez de las láminas de metal perforado.

El aire que se emplea para el secado puede estar caliente o no. El secado con aire sin calentar es muy lento, excepto cuando la humedad de la atmósfera es baja y la temperatura es superior a 60° F. Para un secado razonablemente rápido, la temperatura del aire debe ser superior a 80° y la humedad relativa inferior a 60%. En climas donde las condiciones atmosféricas durante la recolección son favorables, un ventilador o abanico eléctrico de servicio pesado puede dar una capacidad suficiente de secado, pero bajo condiciones desfavorables es necesaria una unidad que proporcione aire caliente.

Se obtienen los mejores resultados cuando la altura de la masa de grano sobre el piso perforado no es mayor de 2 ó 3 pies. Si hay disponible aire bajo presión suficiente, el secado puede hacerse hasta alturas de la masa de 6 a 10 pies, dependiendo del contenido de humedad del grano y de la resistencia que ofrezca al paso del aire. Por ejemplo, el aire pasa a través del maíz desgranado y de la avena con más facilidad que a través del trigo. Mientras más húmedo esté el grano, la masa de éste debe ser más delgada. Se necesitan de 5 a 10 pies cúbicos de aire por minuto por *bushel* de grano cuando se hace el

secado a temperaturas entre 60° y 130° F., que son los límites aproximados para el secado en granjas. El Boletín de Agricultores No. 2009, titulado *El Almacenaje de Granos Pequeños y Maíz Desgranado en la Granja,* da informes detallados sobre el equipo y métodos necesarios para secar maíz desgranado y pequeños granos en arcones.

Las mazorcas de maíz pueden secarse casi en cualquier tipo de arcón, y una forma de distribuir el aire de secado consiste en emplear una lona grande en un lado del arcón para formar un ducto de aire. En el Boletín de Agricultores Nº 2010, titulado *El Almacenaje de Mazorcas de Maíz en la Granja,* y en la Circular Nº 839, titulada *El Secado Mecánico del Maíz en la Granja,* se describen diversos métodos para secar maíz.

Es de desearse la ventilación para enfriar el grano en grandes arcones o en lugares de almacenaje plano en otoño, evitando así la "emigración de la humedad" del interior caliente a las capas superiores de grano que están más frescas. Si el grano no se enfría rápidamente en los grandes arcones, se producen corrientes de convección por las diferencias de temperatura entre el grano caliente de la parte central del arcón y el grano frío en las orillas. Las corrientes de aire que suben del centro de la masa de grano llevan la humedad a las capas superiores del mismo, en donde se condensa y puede producir lama. Esta situación es especialmente perjudicial cuando hay infestaciones de insectos a causa del calor y del vapor, producidos por su respiración. El enfriamiento del grano en invierno ayuda a destruir los insectos que se encuentran en él. La cantidad de aire necesaria para enfriar el grano es mucho menor que la necesaria para secarlo, siendo suficiente emplear ventiladores y ductos de aire más pequeños.

Para preservar el daño de los daños de los insectos debe pensarse primeramente en evitar los brotes perjudiciales.

La mayoría de las plagas de insectos de los granos y semillas almacenados tienen generaciones cortas, una elevada proporción de reproducción e insectos individuales de larga vida, características todas que causan grandes fluctuaciones en su número. Bajo condiciones favorables los brotes pueden ocurrir repentinamente.

Las causas inmediatas de esos brotes son los factores que afectan las proporciones de depósito de huevos, de desarrollo y de mortalidad, o la longevidad de los insectos. Los factores más importante son la humedad, la temperatura, las existencias de alimentos y las actividades del hombre. No podemos hacer gran cosa para alterar el clima o cambiar la existencia de grandes depósitos de alimentos, pero podemos hacer que los granos sean menos susceptibles a los ataques de los insectos mediante el empleo de equipo eficaz para su limpieza y secado y mediante la aplicación de fumigantes y el empleo de buenas prácticas de almacenaje.

Después de una pronta recolección seguida del secado cuando éste sea necesario, los granos y semillas deben almacenarse en lugares limpios, a prueba de insectos y de clima y en sitios de los cuales se hayan eliminado las fuentes cercanas de infestaciones de insectos. Los arcones de acero que pueden conservarse limpios con facilidad y que pueden volverse herméticos mediante empaques adecuados, son los mejores para el almacenaje de granos pequeños, maíz desgranado o semillas.

Los arcones de madera deben limpiarse perfectamente, tratando sus fondos y lados con un rocío residual antes de que se llenen, lo que matará la mayoría de los insectos que salgan de las hendiduras o aberturas de la madera. Los arcones de acero deben limpiarse perfectamente. No es necesario rociar todo el arcón, pero es aconsejable hacerlo alrededor de los marcos de las puertas,

en donde pueden esconderse los insectos. Deben rociarse también los arcones de madera de los elevadores.

Para rociar los arcones úsese 2.5% por peso de DDT, TDE o metoxiclor en emulsiones o suspensiones acuosas o 5% de butóxido de piperonil y 0.5 de piretrina por peso como emulsión. Los rocíos deben aplicarse en proporción de 2 galones por cada 1,000 pies cuadrados de área superficial, pudiendo aplicarse sin peligro y fácilmente con un rociador ordinario de jardín o por medio de rociadores mecánicos.

Los granos pequeños que se almacenan en granjas deben fumigarse en el Sur dentro de las 2 semanas de colocados en los arcones y dentro de 6 semanas en la parte central de los Estados Unidos de Norteamérica. En el Norte puede no ser necesaria la fumigación después del almacenaje, pero es una buena medida contra las infestaciones. En el capítulo titulado "La fumigación de los comestibles almacenados" se mencionan los fumigantes y las dosis que se recomiendan para empleo en los granos pequeños que se almacenan en las granjas.

En los Estados del Norte y Centrales, probablemente una fumigación será suficiente. Debidamente aplicado, el fumigante destruirá las infestaciones de insectos que se encuentren presentes y protegerá los granos contra las graves invasiones de insectos hasta el otoño. El tiempo de invierno enfriará después el grano hasta un grado en que los insectos permanecen inactivos.

El grano almacenado en las granjas debe inspeccionarse periódicamente para descubrir cualquiera infestación peligrosa de insectos. En los Estados del Norte y del Centro, durante los meses más calientes, y en el Sur durante todo el año, el grano que ha estado almacenado durante un mes o más debe inspeccionarse cada 2 a 4 semanas y refumigarse si se encuentran infestaciones serias.

La necesidad de esa refumigación dependerá de las circunstancias y de los insectos de que se trate. En general, si se encuentran ejemplares vivos del picudo del arroz, picudo de granero o perforador menor de los granos, o si hay suficientes escarabajos de salvador para que el grano se deseche como infestado (5 escarabajos por cuartillo), la situación exige la inmediata aplicación de medidas para remediarla. Igualmente es peligrosa la infestación superficial de mariposas, indicada por la presencia de telarañas.

El arroz se infesta comúnmente en el campo con el picudo del arroz y otros insectos y, por tanto, debe fumigarse inmediatamente después que se almacena, pudiendo emplearse los fumigantes y dosis recomendados para los granos pequeños. El arroz tiene un alto contenido de humedad al recolectarse, por lo que debe secarse después de que se trilla si se va a almacenar en arcones en las granjas.

El arroz que se recolecta con una engavilladora se engavilla y deja secar en el campo hasta que la humedad del grano es aproximadamente de 14.5%, trillándose entonces las gavillas y poniéndose el grano en sacos de yute para su almacenamiento en las bodegas. El arroz en bruto almacenado en bodega puede fumigarse eficazmente con ácido hidrociánico o bromuro de metilo en dosis de 1.5 libras por 1,000 pies cúbicos de espacio, siempre que las bodegas sean lo suficientemente herméticas para conservar el fumigante durante 24 horas.

El frijol soya almacenado en arcones de tipo de granja rara vez se infesta gravemente con insectos, aunque en ocasiones ocurren pequeñas infestaciones de escarabajos de salvado en el frijol soya con alto contenido de humedad. En caso de que se produzcan infestaciones graves, el frijol soya puede fumigarse en la misma forma y con las mismas dosis recomendadas para los pequeños granos.

El maíz de campo se almacena generalmente en mazorca durante la primera estación a causa de su alto contenido de humedad al recolectarlo. Con excepción del maíz cultivado en el Sur y en la porción sur de la zona productora

de maíz, las infestaciones de campo no tienen consecuencia si se reprimen con las temperaturas de invierno, que penetran fácilmente al maíz almacenado en arcones enrejados. La mariposa Angoumois de los granos puede sobrevivir en el maíz almacenado en enrejados durante inviernos leves tan al Norte como la parte sur de Indiana, Ohío, Illinois, Missouri y Kansas, pero en los inviernos duros las mariposas mueren.

Los arcones enrejados no protegen al maíz contra los insectos, y por tanto es posible que ocurran ciertas infestaciones de las mazorcas en verano. El maíz que se emplea para alimento o que se consume durante el verano no necesita tratamiento alguno.

El maíz que va a almacenarse por un período de tiempo de un año o más debe desgranarse y vaciarse en arcones tan pronto como la humedad de las pepitas baje tanto como sea posible, lo que en la mayoría de las estaciones ocurre a mediados de mayo. Las mazorcas de maíz que se infestan con la mariposa Angoumois se dañarán seriamente si no se desgranan antes de que las mariposas comiencen a salir en primavera. Si el maíz está infestado debe fumigarse tan pronto como se desgrane y se vacíe en los arcones, debiendo inspeccionarse cada 2 a 4 semanas durante el tiempo caliente, como se recomienda para los granos pequeños, fumigándolo o refumigándolo si es necesario.

En el área del sur de la zona productora de maíz es probable que éste se infeste seriamente en el campo por el picudo del arroz y otros insectos. Cuando las infestaciones de campo son leves deben fumigarse las mazorcas del maíz tan pronto como sea posible después de la recolección. Los arcones deben forrarse en su interior con papel para techar, papel reforzado con fibra u otro material que los haga lo suficientemente herméticos para la fumigación, debiendo tener ventiladores en los lados y en los remates que puedan abrirse después de ésta para facilitar el secado.

En el Sur, en donde las infestaciones de campo son graves, debe recolectarse el maíz tan temprano como sea posible después de que se madura, secarse rápidamente, desgranarse, limpiarse y almacenarse en arcones herméticos tratándolo con fumigantes, pudiendo manejarse después en la forma que se ha recomendado para el maíz desgranado en otras regiones.

En el almacenaje en bodega de granos o semillas en sacos, las bodegas tienen que ser de construcción moderna, fáciles de limpiar y lo suficientemente herméticas para permitir la fumigación. Puede hacerse mucho para mejorar las condiciones de las bodegas viejas o mal construidas, debiendo evitarse los espacios muertos en los muros y en los pisos, en los que las acumulaciones de granos y semillas ofrecen alimento y abrigo a los insectos.

Deben eliminarse los muros huecos dobles así como las divisiones. Si los pisos son de madera, hay que rellenar todas las hendiduras manteniéndolos limpios de polvo o acumulaciones de granos. Deben quitarse los lambrines, rellenándose las hendiduras en las uniones de los muros con los pisos por medio de un cemento elástico o material de empaque, o con cemento de techar de buena clase, rellenando en forma semejante todas las hendiduras alrededor de los postes o soportes y en los muros, pintando éstos.

Los pisos viejos de madera y los pisos muy gastados de concreto son difíciles de conservar limpios, pudiendo renovarse aplicando sobre ellos preparaciones plásticas de secado rápido. La luz y la ventilación deben de ser adecuadas, ya que la mayoría de las plagas de insectos de los granos almacenados buscan los rincones oscuros para esconderse.

Una estricta salubridad en las bodegas es absolutamente necesaria. Los granos y semillas en sacos deben colocarse en soportes o plataformas levantadas, colocándolos, si es posible, en pilas separadas por una distancia de 12 pulgadas de los muros de las bodegas y a suficiente distancia una de otra para permitir su

inspección y limpieza. El piso y los muros deben rociarse periódicamente con cualquier rocío residual como medida preventiva, lo que ayuda a evitar los perjuicios causados por los insectos migratorios. Si la bodega queda llena o parcialmente llena con granos en sacos, las pilas de grano deben cubrirse durante las operaciones de rociado a fin de evitar contaminaciones.

La fumigación de los granos y semillas en las granjas, en donde a menudo se originan las infestaciones, es importante, pero no lo es menos el fumigar en los elevadores o bodegas. Gran parte de los granos y semillas que se producen van directamente a los lugares de almacenaje, sin que se almacenen temporalmente en las granjas, y en las prisas de la recolección es difícil cerciorarse de que no se mezclen algunas existencias de granos viejos infestados con los granos sin infestar que se almacenan en los elevadores. Además, muchos elevadores de campo que manejan los granos entre las granjas y los elevadores terminales tienen arcones enrejados de madera, que son una continua fuente de infestaciones, por lo que la limpieza de los elevadores de campo y el rociado de los arcones de madera con rocíos residuales es tan importante como lo es en las granjas, debiendo usarse los mismos rocíos y dosis que se han recomendado para su empleo en los arcones de las granjas. Los elevadores pueden fumigarse cuando todos los arcones están vacíos, debiendo mantenerse una estrecha y continua vigilancia de todo el grano almacenado en esos elevadores, fumigándose a los primeros síntomas de infestación. Como medida de precaución es de desearse la fumigación de las nuevas existencias de granos que se reciban de los almacenes de las granjas. Muchos fumigantes y mezclas de fumigantes que son difíciles y peligrosos de emplear en los almacenes de las granjas son adecuados para su empleo en los elevadores, habiendo disponibles diferentes métodos para su aplicación. Actualmente, los aplicadores automáticos controlados por el mismo flujo del grano eliminan la posibilidad de aplicar dosis incorrectas y evitan al operador la incomodidad y el peligro de aplicar fumigantes líquidos manualmente. Se están empleando con éxito mezclas de tetracloruro de carbono con disulfuro de carbono, dicloruro de etileno, dicloruro de propileno, tricloroetileno, cloropicrina y bromuro de etileno, varias combinaciones de estas sustancias y cianuro de calcio.

La facilidad con que se manejan los granos en los elevadores hace muy sencillo el empleo de máquinas de limpiar o secar para voltearlos durante períodos de tiempo frío, mejorando así sus condiciones, o para enfriarlos a temperaturas que los pondrán a cubierto de los ataques de los insectos.

La semilla puede fumigarse en los arcones, bóvedas o bodegas o bajo lonas embreadas o enceradas. Puede emplearse el ácido hidrociánico en proporción de una libra para 1,000 pies cúbicos de espacio sin peligro de daños para la germinación en condiciones normales. Para el tratamiento de las semillas en arcones se recomienda una mezcla de 3 a 1 de dicloruro de etileno y tetracloruro de carbono, en dosis de 5 galones para 1,000 *bushels* de semilla. La mezcla no parece dañar la germinación de la semilla en bruto, independientemente de su contenido de humedad, de la dosis o del período de exposición.

El vapor producido por los cristales de naftalina y paradiclorobenzol es tóxico para los insectos, habiéndose empleado extensamente esas sustancias para la protección de las semillas. Las dosis recomendadas varían grandemente, pero la más popular es aproximadamente una onza de cristales por *bushel,* aunque a veces se recomiendan dosis mucho más altas. Los pesos máximos de naftalina y paradiclorobenzol necesarios para saturar la atmósfera a 77° F. son de 0.04 y 0.5 libras respectivamente, por cada 1,000 pies cúbicos de espacio, por lo que la pequeña dosis recomendada es más que suficiente para proporcionar una atmósfera saturada.

No hay peligro de que los vapores de naftalina dañen la germinación de la semilla de maíz si su contenido de humedad es inferior a 12%, pero los vapores de paradiclorobenzol causan graves daños en la germinación aun en semilla muy seca. La semilla tratada con cualquiera de esas sustancias no es apropiada para su consumo por el ganado, ya que imparte un olor y sabor desagradables a la carne de los animales y de las aves de corral alimentados con granos así tratados, así como a los huevos puestos por las aves de corral que se han alimentado con esos granos.

DEBE FUMIGARSE CUIDADOSAMENTE EL MAÍZ HÍBRIDO para semilla u otras semillas, a fin de no dañar su viabilidad, pero muchos fumigantes ocasionarán esos daños si la humedad de la semilla es mayor de 12% o si las dosis o el tiempo de exposición son excesivos. Los períodos de exposición no deben exceder de 24 horas, y si se trata semilla en bruto deben tomarse medidas para ventilarla después de las 24 horas, a menos que se sepa que el fumigante es inofensivo bajo cualquier condición. La mayoría de las semillas en bruto absorben y retienen los fumigantes por largos períodos de tiempo, y por tanto, si no se ventilan, se extiende automáticamente el período de exposición, pudiendo causarse graves daños a los gérmenes.

Toda una bodega puede fumigarse satisfactoriamente si es a prueba de gases, pero si no está lo suficientemente llena para que sea costeable el procedimiento, pueden fumigarse las pilas individuales colocándolas bajo lonas embreadas o enceradas. Para los granos que no se conserven para semilla, el bromuro de metilo es el mejor fumigante que puede emplearse, y si la temperatura es de 70° F., o mayor, se obtendrá una mortalidad adecuada con una dosis de 1 a 1.5 libras por cada 1,000 pies cúbicos de espacio. A temperaturas inferiores a 70° la dosis puede aumentarse en proporción de media libra por 1,000 pies cúbicos de espacio para cada disminución de 5°.

Puede emplearse también el ácido hidrociánico para fumigar maíz o arroz molido en las bodegas, en dosis de 1.5 libras de ácido hidrociánico líquido por cada 1,000 pies cúbicos. Esta dosis puede emplearse también sin peligro para la fumigación de toda clase de semillas.

LA MEZCLA DE SEMILLAS CON POLVOS ES FÁCIL Y ECONÓMICA y da una protección prolongada contra los insectos sin dañar la viabilidad de las semillas.

Se han empleado muchos polvos. Algunos son venenos activos para los insectos y otros los afectan aparentemente en forma física y no química. En la discusión que sigue designaremos los polvos venenosos como químicamente activos y a los que parecen tener sólo efectos físicos sobre los insectos los llamaremos químicamente inertes.

Se cree que los polvos químicamente inertes son eficaces porque causan interrupciones en la cubierta grasosa e impermeable de los insectos en tal forma que el insecto que ha recibido una dosis de ellos muere como resultado de la evaporación de cantidades excesivas de la humedad de su cuerpo. Debido a su manera de actuar, la eficacia de los polvos inertes disminuye a medida que el contenido de humedad de las semillas aumenta a más de 12%.

Los polvos inertes que se han empleado con éxito para el tratamiento de las semillas incluyen arena de sílice finamente pulverizada, fosfatos rocosos, yeso precipitado y óxidos de magnesio y aluminio. Los polvos con partículas del tamaño de un micrón o menores pueden usarse en proporción de una parte por 1,000 partes por peso o aproximadamente una onza por *bushel.*

Se ha recomendado a menudo el polvo de piretrina para mezclarse con las semillas. Los polvos finamente molidos, impregnados de piretrinas y de butóxido

de piperonil pueden recomendarse también para este objeto, ya que parecen ser preventivos de las infestaciones de los insectos.

La eficacia de los polvos venenosos no depende del contenido de humedad de la semilla. Sin embargo, como a menudo las existencias sobrantes de semilla se emplean para alimento del ganado, esos polvos no se han popularizado. Entre ellos son excepcionales los de lindano y DDT. El lindano es eficaz en dosis de una parte por millón y el DDT en proporción de 15 partes por millón, siendo más conveniente emplear ambas sustancias con una sustancia que sirva de vehículo tal como pirofilita o cualquier polvo semejante químicamente inerte. El vehículo aumenta el volumen y asegura, por tanto, la completa distribución en la semilla. Un polvo que contenga 3% de DDT es eficaz si se mezcla con la semilla en proporción de media onza por *bushel,* sin que se hayan observado daños a la viabilidad de las semillas como resultado de los tratamientos con cualquiera de estos compuestos a las dosis recomendadas.

La práctica de tratar muchos tipos de semillas con polvos desinfectantes para protegerlas contra enfermedades de hongos se ha incrementado con la incorporación de pequeños porcentajes de DDT para asegurar la protección contra los insectos.

Los polvos pueden aplicarse por cualquier método que proporcione una cobertura uniforme. Para tratar la semilla en bruto se obtendrán mejores resultados con el empleo de una máquina para tratar semilla. Las personas que apliquen los polvos deben estar dotadas de respiradores adecuados, y debido al peligro de envenenamiento no debe emplearse como alimento para el hombre o el ganado la semilla que ha sido tratada con DDT, lindano o cualquier fungicida.

Los granos se transportan a los molinos y elevadores terminales principalmente por ferrocarril. Los furgones empleados para este objeto están construidos en tal forma que los granos y sus polvos se acumulan invariablemente en las hendiduras del piso, en las uniones de las paredes con el piso, entre los extremos y los forros de madera de los mismos y a veces entre las paredes laterales y los forros interiores de los furgones. Esas acumulaciones de granos y polvos pueden infestarse y esas infestaciones son muy difíciles de eliminar o destruir con los métodos ordinarios y, por tanto, constituyen fuentes peligrosas de infestación para otros envíos posteriores de granos o productos de cereales molidos. Es obvio que sería muy deseable el evitar la contaminación de los furgones enviando sólo granos u otros productos libres de insectos, y aunque se está haciendo mucho para disminuir la infestación de los granos y sus productos, es de dudarse que lleguemos algún día a la etapa de que sea posible la total eliminación de las infestaciones de insectos en estos productos.

Ciertos cambios en la construcción de los furgones ayudarían a disminuir la oportunidad de que se establezcan en ellos colonias de insectos. La remoción de las tablas inferiores de los forros interiores de los granos en los lados de los furgones facilita la limpieza y evita la acumulación de granos y material de desperdicio entre esos forros y las paredes laterales. La colocación de capas elásticas de material aislante entre los forros de los extremos y los extremos corrugados de los furgones ayudaría a eliminar espacios en los que pueden acumularse los granos y polvos. La fibra de vidrio promete ser muy adecuada para este objeto y la impregnación de ese material aislante con DDT probablemente aumentaría su eficacia para evitar el establecimiento de infestaciones de insectos.

Como remedios cuando ocurran infestaciones, los furgones deben limpiarse perfectamente con aire comprimido después de cada uso, y es conveniente también la aplicación de un rocío residual por medio de un pulverizador portátil, pulverizador mecánico o generador de aerosoles. Los residuos de esos rocíos no parecen constituir un riesgo para los envíos de granos o cereales molidos. En

muchos casos los furgones se forran con papel antes de cargarlos con cereales molidos.

Los granos y sus productos son tan atractivos para los insectos que es necesario empacarlos en recipientes que proporcionen la mayor protección contra las infestaciones durante el almacenaje ulterior.

Muchos insectos que infestan los productos de cereales tienen partes bucales relativamente débiles y no pueden perforar las envolturas gruesas. Muchos de ellos pueden introducir sus estiletes para poner huevos a través de las mallas de los sacos de tela, depositando así sus huevos directamente en los productos de cereales dentro de los mismos. Las etapas prematuras de muchos insectos pueden penetrar también a través de las mallas y agujeros producidos por las agujas a lo largo de las costuras y en la parte superior e inferior en donde se cosen los sacos. Las telas con tejidos más apretados ofrecen mayor resistencia a esa penetración. Los sacos hechos de papel, papel laminado a tela, telas forradas y cajas de cartón comprimido ofrecen más resistencia a la penetración de los insectos que los sacos ordinarios de algodón o yute. Sin embargo, a menos que esos recipientes estén debidamente sellados, los pequeños escarabajos planos, tales como el escarabajo de dientes de sierra de los granos y las larvas de otros escarabajos y mariposas, pueden penetrar fácilmente a través de las pequeñas aberturas que quedan en donde el sellado presenta algún defecto. La mayoría de los sistemas comerciales para sellar sacos y paquetes es inadecuada. Si los sacos se cierran cosiéndolos, deben protegerse los extremos cosidos mediante la aplicación de una tira engomada que cubra todos los agujeros de las agujas. En los paquetes de cartón comprimido la aplicación de una cubierta líquida ofrece la mejor protección. Los experimentos efectuados con repelentes de insectos para incorporarlos a los adhesivos empleados para sellar paquetes de cartón comprimido y sacos de papel pueden ayudar a solucionar el problema.

La impregnación de las telas y bolsas de papel con piretrinas o piretrinas y sinérgicos ha proporcionado una excelente protección contra las penetraciones de los insectos. En los sacos de tela esa protección es más eficaz cuando el tejido es lo suficientemente apretado para proporcionar cierta resistencia mecánica a esa penetración. Los insecticidas más potentes, tales como el DDT, hexacloruro de benzol y clordano, son también eficaces para resistir a la penetración cuando se emplean para impregnar los sacos, pero debido al peligro de contaminación de los alimentos, no es práctico su empleo para tratar a prueba de insectos los sacos que se destinan al envase de productos alimenticios. Los repelentes químicos de insectos pueden ofrecer el mejor método para tratar los recipientes y dejarlos a prueba de insectos. Los recipientes impregnados con ellos son especialmente útiles para resistir las invasiones de ciertos insectos que acostumbran perforar la madera.

La cadella, probablemente el más perjudicial de los insectos perforadores, se alimenta en una gran variedad de productos almacenados y se halla extensamente distribuido. Primordialmente es una plaga de los granos y de la harina y se encuentra comúnmente en los furgones de ferrocarril, barcos, bodegas, graneros de granjas y otros lugares en donde se almacenan o transportan productos alimenticios. La larva perfora la madera para formar un sitio abrigado en donde invernar o para transformarse de crisálida en adulto. Tiene mandíbulas lo suficientemente fuertes para cortar muchos tipos de envolturas y penetra fácilmente en una noche a través de una bolsa de papel de paredes múltiples o de cajas forradas con hoja metálica.

Las termitas penetran también en los recipientes y otros paquetes que se almacenan en lugares calientes y húmedos o en bodegas con pisos de madera infestados. Cuando las larvas de muchos insectos alcanzan su crecimiento total

sienten la necesidad de emigrar en busca de sitios adecuados en donde convertirse en crisálidas.

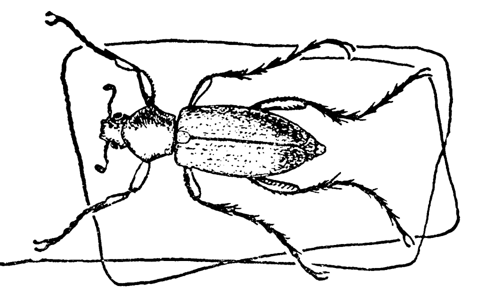
EL CONTINUO INCREMENTO DE LA POBLACIÓN EN NUESTRO PAÍS y la demanda creciente para que compartamos nuestras existencias de alimentos con los habitantes de otras naciones hacen necesario que conservemos la mayor cantidad posible de nuestras cosechas recolectadas. Se necesita una mayor cantidad de sitios de almacenaje libres de insectos, tanto en las granjas como fuera de ellas, para el manejo de las cosechas en la época de recolección y para conservar los excedentes de un año a otro.

No podemos esperar dentro de un futuro previsible que se completen las investigaciones relacionadas con la represión de insectos en los granos almacenados; pero, por otra parte, estamos manteniendo nuestras posiciones contra esos insectos, y a medida que sabemos más y más sobre los rocíos, fumigantes, control de la humedad en los granos y costumbres y debilidades de los insectos mismos estamos más capacitados para combatir su amenaza.

R. T. COTTON *ha sido entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1919 y ha estado a cargo desde 1934 de las investigaciones de campo sobre las plagas de insectos de los granos y productos de cereales molidos almacenados. Se ha especializado en la fumigación y otros métodos de reprimir las plagas de insectos de los productos alimenticios almacenados. El doctor Cotton es graduado de las Universidades de Cornell y George Washington, y en 1940 se le concedió la recompensa al Precursor Moderno en reconocimiento de sus éxitos científicos.*

WALLACE ASHBY, *nativo de Iowa y graduado del Colegio del Estado de Iowa, es ingeniero agrícola y está a cargo de las investigaciones sobre construcciones agrícolas y habitaciones rurales de la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola.*

Las plagas de las plantas de ornato



Las plagas de insectos de las flores y arbustos

C. A. Weigel y R. A. St. George

MUCHAS CLASES DE INSECTOS atacan las flores y los arbustos en los hogares y en los invernaderos. Los daños que causan dependen de sus hábitos de alimentación y de postura de huevos. Algunos insectos se alimentan en la semilla tan pronto como se siembra. Otros atacan los brotes tiernos a medida que nacen de la tierra y otros más infestan las flores, hojas, tallos o raíces.

Los daños a las hojas pueden consistir en minar su interior convirtiendo la superficie en esqueleto y devorando una parte del follaje o todo él. El daño a los brotes terminales puede causarse por la alimentación externa, por los agujeros masticados a través de la superficie y por la perforación de largos túneles en los arbustos entre la corteza y la madera o aun en la madera misma. Estos daños pueden causar el raquitismo o la muerte del crecimiento terminal más allá del punto de ataque. Ciertos insectos ahuecan también el interior de los brotes terminales de los arbustos resistentes y algunos producen cavidades en la superficie de la corteza del tronco principal después de establecerse allí y alimentarse durante cierto tiempo. Otro tipo de daños consiste en la remoción de la savia de las células, causada por la alimentación de ciertos insectos o mosquitos en el tallo, follaje u otras partes de la planta, pudiendo tomar un aspecto moteado la parte atacada. Los daños a las raíces pueden consistir en la alimentación en las raicillas tiernas, y en los arbustos, en devorar la superficie de la corteza o penetrar directamente a la madera. Otros daños más consisten en la formación de agallas, que pueden ocurrir en cualquier parte de la planta. Los efectos de las diversas clases de daños dependen en gran parte de la intensidad de las infestaciones de insectos y del vigor de las plantas, y pueden variar desde volverlas ligeramente menos atractivas de aspecto hasta un grave debilitamiento, raquitismo o muerte de ellas. El efecto máximo de esos daños puede ser más marcado durante los períodos de sequía o inmediatamente después de ellos, o durante las operaciones de trasplante, cuando es difícil que las plantas obtengan la humedad y alimentos adecuados.

Como los insectos enemigos de las flores y de los arbustos son de muchas clases, sería difícil para un profano el identificarlos sin conocer primero los diferentes grupos que comprenden. Por tanto, los agruparemos como insectos que devoran las hojas, insectos succionadores, insectos que hacen túneles en el follaje, insectos que forman agallas, insectos que infestan los extremos y los

tallos e insectos que infectan la tierra y las raíces. Damos unos cuantos ejemplos de cada grupo y una relación de los daños que causan, sus hábitos y su represión.

Para reprimir los insectos en el exterior, los insecticidas se aplican comúnmente en forma de rocíos, polvos o cebos. En los invernaderos pueden aplicarse en forma de rocíos, polvos, cebos, fumigantes y aerosoles, aunque ha aumentado tanto la eficacia de estos últimos que han sustituido casi por completo a otros métodos usados en los invernaderos.

Los INSECTOS QUE MASTICAN LAS HOJAS, MUERDEN el follaje y mastican y tragan los tejidos de las plantas y, por tanto, generalmente se reprimen por medio de venenos estomacales. Los más importantes de ellos son las orugas, moscas de sierra y escarabajos: el gusano de bolsa, los gusanos cortados, el gusano de telaraña de otoño, el gusano de telaraña del enebro, la oruga oriental de tienda, las moscas de sierra, la esfinge del catalpa, el masticador y el curculio de los rosales, los escarabajos del pepino, el escarabajo japonés, los escarabajos de ampolla, los pulgones y el escarabajo importado de la hoja del sauce.

El *gusano de bolsa* es una oruga que vive en una bolsa sedosa parecida a la de las crisálidas, a la que se adhieren trozos de hojas de las plantas huéspedes. El tamaño de la bolsa aumenta grandemente a medida que crece y para fines del verano tiene alrededor de dos pulgadas de largo, sujetándose entonces a una rama. La hembra no tiene alas y permanece en la bolsa, en la que deposita una masa de huevos. Pasa el invierno en la etapa de huevos y éstos incuban en mayo en el sur y a fines de mayo o principios de junio en el Norte. Los gusanos de bolsa prefieren alimentarse en el árbol de vida y el enebro, pero infestan también muchos otros siempre verdes, árboles deciduos y arbustos.

Tratamiento: Destrúyanse todas las bolsas con gusanos maduros en primavera, antes de que comience el crecimiento, a fin de matar los huevos que invernaron. Si no se hace esto, aplíquense rocíos de arseniato de plomo inmediatamente después de que salen las orugas (alrededor del 1º de junio en Washington, Distrito de Columbia), empleando dosis más fuertes para las orugas mayores. Es también eficaz una emulsión de 2% de clordano o parathion en forma de polvo humedecible. El DDT es inferior al arseniato de plomo contra los gusanos de bolsa y especialmente contra las larvas más maduras.

Los *gusanos cortados* se ven raras veces. Generalmente permanecen escondidos bajo porciones de tierra o en las capas superficiales de ella durante el día, saliendo en las noches a alimentarse. Cortan las plantas pequeñas en la línea de tierra o cerca de ella, trepan a las plantas y se alimentan en el follaje o perforan los botones florales en desarrollo, arruinando comúnmente las plantas en una noche. Un gusano cortado puede destruir varias plantas.

Los gusanos cortados son orugas lisas y rollizas, de color gris o café y de 1 a 2 pulgadas de largo cuando han crecido completamente. Se incuban de los huevos que ponen las mariposas de color café a fines del verano, y para fines del otoño están casi maduras, penetrando en la tierra para protegerse durante el invierno. Entre las varias especies, el gusano cortado jaspeado es probablemente el más perjudicial tanto en los invernaderos como en el exterior.

Tratamiento: El remedio común consiste en el empleo de cebos envenenados consistentes en una mezcla de fluosilicato de sodio o verde de paris con harina de trigo. El cebo humedecido se esparce ligeramente sobre el área infestada bien entrada la noche, cuando las orugas están activas. Se dice que el DDT en mezclas de polvos o rocíos es superior a los cebos envenenados en los invernaderos.

Las *orugas venenosas* devoran ocasionalmente y dañan las plantas de jardín, arbustos y árboles. La mayoría de las orugas no son venenosas, aunque varias especies tienen pelos o espinas duros y envenenados que pueden causar una

dolorosa sensación de quemadura cuando se ponen en contacto con partes delicadas de la piel.

La oruga de silla, la más conocida, ataca varias clases de flores y arbustos. Es de color café en los extremos y su medio es verde con un centro púrpura que se asemeja a una pequeña silla de montar. Rara vez se encuentran orugas venenosas en los invernaderos.

Tratamiento: Rocíense las hojas con DDT o arseniato de plomo. Si sólo hay unas cuantas orugas, pueden removerse con la mano usando guantes.

Las larvas de las *moscas de sierra* dañan los rosales, convirtiendo el follaje en esqueleto o masticando grandes agujeros irregulares en las hojas. Se conocen tres especies y a menudo se les llama orugas falsas o babosas. Los adultos son pequeños insectos parecidos a avispas y las hembras depositan sus huevos en las hendiduras "aserradas" en las hojas.

Una especie común es la babosa velluda de los rosales. Las larvas tiernas convierten las hojas en esqueleto en su parte inferior y dan un aspecto viscoso al follaje. A medida que aumentan de tamaño, devoran las hojas haciendo grandes agujeros y a menudo sólo dejan las venas mayores. Las babosas adultas tienen aproximadamente media pulgada de largo, son de color verde amarillento sucio con una raya verde más oscura en la espalda. El cuerpo tiene pelos duros, de los que se deriva su nombre.

Tratamiento: Aplíquense rocíos o polvos con DDT o arseniato de plomo. Si ocurren enfermedades o si hay mosquitos presentes, añádase azufre a las mezclas. El sufato de nicotina y los polvos de derris son eficaces contra las babosas tiernas. El frecuente rociado o lavado de las plantas con agua a presión las mantendrá libres de babosas.

El *escarabajo de lunares del pepino* es típico de varias especies que atacan las plantas florales. Se alimenta en las hojas, botones y flores y su daño principal consiste en devorar los pétalos de las flores, en las que hace agujeros. Si se encuentran presentes muchos escarabajos, sus excrementos decoloran a menudo las flores. Los daños pueden ser más serios a fines del verano o principios del otoño. En esa época muchas de las plantas huéspedes favoritas se han madurado o dejan de ser apetecibles, y los escarabajos emigran a los ásteres dalias y otras flores tardías. Los escarabajos tienen un largo aproximado de un cuarto de pulgada y son de color verde amarillento con 12 lunares negros en los élitros. Invernan en la etapa adulta o de escarabajo. Los huevos se depositan en primavera en la tierra y las larvas recién nacidas se alimentan en las raíces de varias hierbas y plantas de jardín aproximadamente durante un mes antes de que salgan los adultos.

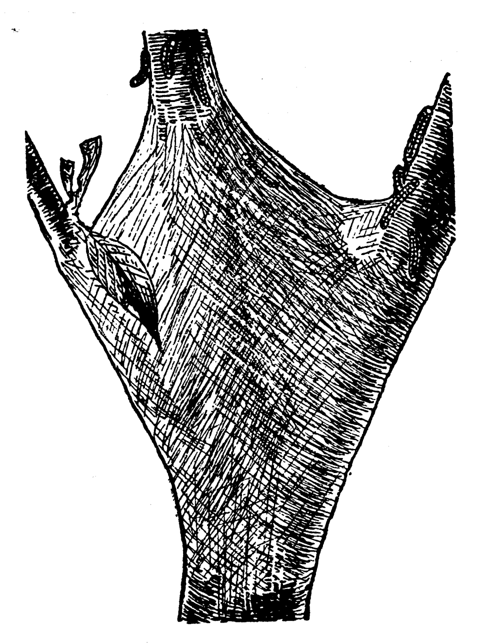
Tratamiento: Rocíense o espolvoréense las plantas con DDT o clordano cada 2 ó 3 semanas. Se recomienda repetir las aplicaciones, porque puede haber escarabajos en las áreas vecinas que pudieran repetir el problema.

El *masticador del rosal* es una plaga importante de las flores del rosal, lirios y peonías y ataca también las flores de muchas otras plantas. Es un escarabajo de patas largas de color café amarillento y aproximadamente de un tercio de pulgada de largo. A menudo aparece repentinamente en enjambres en junio o principios de julio y continúa sus depredaciones por varias semanas.

Tratamiento: Si sólo se atacan unas cuantas plantas, sacúdanse los escarabajos en un recipiente con una capa cubierta de petróleo o cualquier otro aceite, por las mañanas, temprano antes de que comiencen sus actividades. Se recomienda también el DDT o clordano en forma de polvos o rocíos.

LOS INSECTOS SUCCIONADORES SE ALIMENTAN INTRODUCIENDO sus partes bucales a través de la superficie de las plantas y succionando su savia dentro de

sus cuerpos. Se reprimen generalmente con venenos de contacto que los destruyen atacando sus sistema nervioso, corroyendo sus cuerpos o ahogándolos. Este grupo incluye los áfidos, saltamontes de las hojas, saltamontes de los árboles, insectos de escamas, escarabajos harinosos, succionadores, escarabajos de encaje, psíiidos, escarabajos de las plantas, escarabajos de espuma, chérmidos y ácaros de las arañas.



Oruga oriental de tienda.

Los *áfidos o piojos de las plantas* infestan toda clase de plantas incluyendo las anuales y perennes y los arbustos. Generalmente no matan las plantas, pero con frecuencia disminuyen su vigor, enrollan o deforman las hojas, endurecen los botones o causan deformaciones en las flores. Ocurren generalmente en colonias o racimos en el crecimiento nuevo, en la base de los botones o en la parte inferior de las hojas. Las plantas infestadas reciben a menudo la visita de grandes cantidades de hormigas y otros insectos que se alimentan con la miel que secretan los áfidos, una exudación líquida, dulce y pegajosa que a menudo cubre las hojas o los objetos inmediatamente abajo de los áfidos y les da un aspecto barnizado o ahumado, producido por una lama ahumada que se desarrolla en la secreción.

Los áfidos son insectos de cuerpo blando, de color blanquecino, verdizo o negruzco. Sus cuerpos tienen forma de pera o son casi globulares con patas relativamente largas y generalmente no son más largos de un octavo de pulgada, siendo más pequeños muchos de ellos. La gran mayoría carece de cubierta protectora. pero algunos de los áfidos lanudos están cubiertos con filamentos encerados de color blanco.

Algunas especies atacan las raíces de los ásteres y otros infestan los bulbos florales tales como tulipanes, lirios y azafranes. Algunos áfidos propagan ciertas enfermedades de las plantas. El áfido verde del durazno es un vector del mosaico de los claveles, del virus moteado de los lirios, de la rotura de las flores de los pensamientos y violetas y de las enfermedades de mosaico de los gladiolos y otras plantas.

Tratamiento: Rocíense o espolvoréense las plantas infestadas con sulfato de nicotina, rotenona o piretro. El clordano es eficaz en forma de polvos o rocíos, así como los rocíos con pirofosfato de tetraetilo o lindano.

Se informa que el siguiente tratamiento es eficaz para reprimir los áfidos que infestan las raíces. Hágase un surco poco profundo alrededor de la base de las plantas y vacíese en él una cantidad de clordano para empapar la tierra y llegar a las raíces infestadas, cubriendo de nuevo con tierra el surco.

Para la represión de los áfidos en los invernaderos empléense rocíos o polvos, pudiendo también hacerse fumigaciones con el gas del ácido hidrociánico o con humos de nicotina. Sin embargo, los aerosoles que contienen ditiopirofosfato de tetraetilo, parathion o DDT son más eficaces y fáciles de aplicar y han reemplazado en gran parte los métodos antiguos.

Para reprimir los áfidos en los bulbos en reposo tales como tulipanes, gladiolos, lirios y azafranes sumérjase el material infestado en un baño de agua caliente.

Es también eficaz la fumigación con gas del ácido hidrociánico o con bromuro de metilo en una cámara especial diseñada para tal objeto, pero debe hacerse con sumo cuidado.

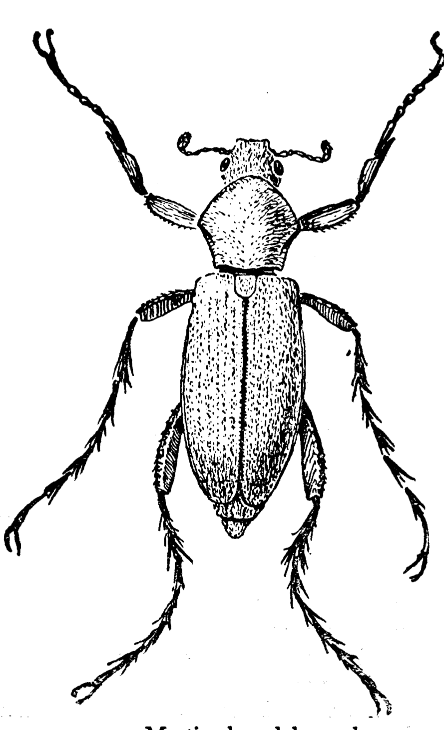
Los *succionadores* atacan el follaje, los botones, las flores y los bulbos de las plantas de ornato en el exterior y en los invernaderos. Ciertas especies propagan enfermedades de virus de las plantas florales. Algunos succionadores se alimentan en otros insectos y los destruyen, siendo, por tanto, muy benéficos.

El succionador de los gladiolos es una plaga muy perjudicial que causa el tipo común de daños producidos por esta clase de insectos y se alimenta también en los bulbos de gladiolos almacenados, volviéndose bermejas las porciones atacadas de esos bulbos. Las vainas de las hojas infestadas se vuelven de color café y las hojas toman un aspecto plateado. Las vainas de los botones se secan y se vuelven de color pajizo, apareciendo rayas blancas en las flores. En algunos casos las espigas florales no llegan a colorearse, sino que se vuelven de color café, tomando un aspecto marchito. El adulto de este succionador es un pequeño insecto de cuerpo café con una banda blanca en la base de las alas, que se asemejan a plumas.

Tratamiento: Deben dejarse secar durante un mes los bulbos recolectados de gladiolos, tratándolos después con DDT. Los lotes pequeños pueden tratarse en bolsas herméticas de papel y las cantidades más grandes en recipientes. Si se demora el tratamiento hasta fines del período de almacenaje, se recomienda sumergirlos en una solución de Lysol (una cucharada para un galón de agua) inmediatamente antes de plantarlos. Para reprimir los succionadores en los gladiolos en desarrollo y en otras plantas rocíense o espolvoréense con DDT a los primeros síntomas de daños. Se dice que el clordano, parathion y toxafeno son muy eficaces.

Los *saltamontes de las hojas* dañan las plantas de varios modos. El drenaje de los jugos de las plantas puede causar un blanqueamiento y enrollado de las hojas y la destrucción de los brotes tiernos, como sucede con los ataques del saltamontes de la hoja del rosal. El saltamontes de la hoja de la papa causa el marchitamiento de las orillas de las dalias y otras hojas, condición que se conoce comúnmente como quemadura de saltamontes. Algunas especies transmiten ciertas enfermedades de las plantas; por ejemplo, el saltamontes de la hoja de 6 lunares transmite el virus del amarillamiento del áster de las plantas enfermas a las sanas.

Los saltamontes de las hojas son insectos esbeltos y delicados, comúnmente de un octavo de pulgada o menos de largo, variando su coloración del café al verde pálido. Son muy activos y



Masticador del rosal.

saltan a distancias considerables cuando se les molesta. Los huevos se depositan en el tejido de las hojas o tallos, pudiendo ocurrir una o más generaciones anualmente. El áster, la caléndula, la dalia, el gladiolo, la malva, la flamenquilla, la rosa y la zinnia se encuentran entre las muchas plantas que atacan comúnmente.

Tratamiento: Se emplean extensamente los insecticidas comunes contra los saltamontes de las hojas, tales como piretro, sulfato de nicotina y compuestos que contengan cobre. Sin embargo, son más eficaces el DDT y el clordano.

Los *escarabajos de encaje* atacan plantas tales como las azáleas, crisantemos, espinos rojo y rododendro. Hay varias especies, pero su aspecto y el tipo de daño que causan son semejantes, siendo típico el escarabajo de encaje de la azalea, que inverna en la etapa de huevos en las hojas, comenzando a incubarse éstos a mediados de la primavera. Los insectos prematuros o crisálidas son pequeños y brillantes. Los adultos tienen un largo aproximado de un octavo de pulgada y sus alas delgadas semejantes a encaje se pliegan planas sobre sus cuerpos ovalados. En verano tanto las crisálidas como los adultos succionan los jugos de la parte inferior del follaje, lo que hace que la superficie superior de las hojas de azálea presente una decoloración manchada o moteada y un aspecto enfermizo. La superficie inferior queda salpicada con muchos lunares planos de excrementos negros y brillantes.

Tratamiento: El tratamiento usual consiste en rociar la superficie inferior de las hojas con sulfato de nicotina o piretro cuando las crisálidas comienzan a aparecer en primavera. Un rocío compuesto de una emulsión de aceite blanco y polvo de derris o una emulsión de aceite blanco con sulfato de nicotina es también eficaz. El DDT empleado en forma de emulsión, rocío de polvo humedecible o polvo, o en forma de aerosol, da también buenos resultados. Pueden usarse también como rocíos los polvos humedecibles de parathion o de lindano.

El *psílido del boje* causa una concavidad característica en las hojas terminales como resultado de su alimentación. Es un insecto succionador pequeño, de color gris verdoso, que está relacionado con los áfidos. Las crisálidas están cubiertas con una sustancia encerada blanquecina y aparecen temprano en primavera. Rara vez se dañan seriamente las plantas, aunque su aspecto puede ser desagradable. Varias infestaciones pueden retrasar el crecimiento.

Tratamiento: Rocíense las plantas con DDT, parathion o una solución de jabón y sulfato de nicotina o piretro a los primeros síntomas de concavidad de las hojas u ocurrencia de los psílidos. En las infestaciones graves puede ser necesario un segundo o tercer rocío a intervalos de 10 días.

Las investigaciones recientes indican que si las medidas de represión se dirigen contra los adultos y no contra las larvas las plantas quedarán libres de insectos en la primavera siguiente y se evitará la concavidad de las hojas. Esa aplicación mata los adultos antes de que puedan depositar sus huevos eliminando así las crisálidas, que en otra forma podrían causar daños. El mismo insecticida que se usa para las crisálidas debe aplicarse aproximadamente a mediados de junio en aquellos lugares que tengan un clima semejante al de Washington.

Los *escarabajos de las plantas* son insectos succionadores que dañan muchas plantas. Las especies principales son el escarabajo del flox, el escarabajo oxidado de las plantas, el escarabajo de cuatro líneas y el escarabajo de la yuca.

El escarabajo del flox se alimenta en todos sus etapas en la superficie superior de las hojas y botones más tiernos del flox perenne. Las hojas dañadas muestran lunares blancos o verde pálido en la superficie superior. A menudo las plantas se vuelven raquíticas y los racimos de flores pierden su simetría, muriendo en ocasiones toda la planta. El escarabajo adulto, que no tiene más de un cuarto de pulgada de largo, es muy activo y puede reconocerse por sus élitros de color anaranjado mate o rojizo y por una raya negra en la espalda. Los adultos de las

progenies de verano depositan sus huevos en el otoño en los tallos de flox detrás de los petiolos de las hojas y pasan el invierno en la etapa de huevos. En las cercanías de Washington, Distrito de Columbia, los huevos que invernan comienzan a incubar a principios de mayo y las crisálidas se vuelven adultos en unas cuantas semanas, ocurriendo dos o más generaciones y encontrándose presentes todas las etapas del insecto para mediados del verano.

Tratamiento: El tratamiento acostumbrado en el pasado consistía en espolvorear las plantas cada 10 días con azufre solo o mezclado con piretro. El espolvoreado o rociado con DDT es mucho más eficaz. Deben cortarse y quemarse en otoño los tallos viejos que contienen los huecos que invernaron para evitar reinfestaciones en la próxima primavera.

Los *insectos de escamas* forman dos grupos generales, los insectos blandos y los duros. Los insectos blandos de escama son generalmente hemisféricos y elásticos. Los insectos duros de escama varían de forma y tienen una cubierta protectora. Los insectos de escama generalmente son de un largo menor de un cuarto de pulgada y son de diferentes colores, pudiendo encontrarse en cualquier parte de la planta. Comúnmente se llama "arrastradores" a los insectos tiernos, que sólo tienen un corto periodo de actividad después de que nacen, durante el cual infestan el nuevo crecimiento, quedando luego en reposo para el resto de su vida. Como resultado de su alimentación los insectos blandos de escamas producen una abundante exudación de miel, y en esa sustancia pegajosa se desarrolla una lama ahumada que da al follaje, a las hierbas y a otros materiales que cubre un aspecto ennegrecido. La miel atrae a las hormigas, avispas, moscas y otros insectos. Muchas especies de insectos de escamas atacan las plantas cultivadas en invernadero y en el exterior.

Entre los insectos blandos de escamas de importancia económica, especialmente en los invernaderos, se encuentran la escama blanda, la hemisférica y la taraceada. Algunos de los insectos duros de escamas que atacan las plantas en el exterior son la escama de San José, la de concha de ostión, la euonymus y la del rosal.

Tratamiento: Aplíquense rocíos mezclados con aceite o emulsiones de aceite a principios de la primavera a las plantas cultivadas en el exterior mientras se encuentran en reposo, siendo eficaces dos aplicaciones de un aceite de verano, una inmediatamente en la época en que se incuban los insectos tiernos y la segunda 10 días más tarde, pudiendo emplearse también el DDT y el parathion. En los invernaderos deben emplearse los rocíos con una emulsión de aceite delgado, DDT o parathion cuando los "arrastradores" están activos. Se emplean también extensamente las fumigaciones con cianuro de calcio o los aerosoles de DDT, TEPP y parathion.

Los *ácaros de las arañas,* que no son realmente insectos, sino que están relacionados con las verdaderas arañas, se alimentan succionando los jugos de las hojas y otras partes tiernas, lo que produce un moteado del follaje que más tarde se vuelve pálido y de color café. Algunas especies tejen una fina telaraña, y examinados con una lupa, parecen diminutas arañas rojizas, verdizas o amarillentas. A veces sólo se encuentran las mudas de epidermis o los huevos globulares o sus cubiertas.

Algunas especies invernan en lugares protegidos, entre los botones o coronas de las plantas y hierbas perennes, y atacan el nuevo crecimiento tan pronto como se inicia en primavera. Otros invernan en la etapa de huevos en la corteza y bajo las escamas de los botones de los árboles y arbustos. En los invernaderos los ácaros pueden desarrollarse rápidamente.

El ácaro de dos lunares es la especie que se encuentra más frecuentemente en las plantas de invernadero y en las cultivadas en el exterior. El ácaro del

ciclamen, ácaro ancho, ácaro de la escama de los bulbos, ácaro de los bulbos y el ácaro del pinabete son todas especies perjudiciales.

Tratamiento: En las infestaciones leves, el frecuente lavado de las plantas con agua a presión tiene cierto valor pero no da una represión completa, siendo más eficaces en las plantas de invernadero o en las cultivadas al exterior los rocíos con emulsiones de aceite blanco, solas o combinadas con rotenona o tiocianato. Generalmente sólo es necesaria una aplicación cada semana o 10 días. Los rocíos con pirofosfato de tetraetilo dan buenos resultados y el espolvoreado con azufre es eficaz en verano, aunque en tiempo sumamente caliente puede quemar las hojas de las plantas tiernas. En el capítulo sobre los ácaros, en la página 745, se mencionan varias preparaciones comerciales que son también eficaces. Los aerosoles que contienen pirofosfato de tetraetilo, ditiopirofosfato de tetraetilo o parathion son también prácticos y eficaces en los invernaderos contra los ácaros rojos.

Los insectos que minan las hojas se alimentan en los tejidos de las plantas que se encuentren entre las superficies superiores e inferiores de las hojas y causan la formación de manchas o diseños irregulares. Los minadores de las hojas de boje, badana y árbol de vida son típicos de los que producen las manchas en las hojas. Los minadores de las hojas de colombina y acebo producen manchas en zigzag.

Algunas formas, tales como los minadores de las hojas de azalea y lilas, después de minar los tejidos interiores de las hojas en un corto espacio abandonan los túneles y enrollan o sujetan las hojas unas a otras, alimentándose o minando las superficies opuestas de las mismas. Otros, tales como el sujetador de invernadero, llamado también sujetador de la hoja del apio, tienen asimismo este último hábito pero no minan el interior de las hojas.

El *minador de la hoja del boje* es una mosca muy pequeña cuyas larvas se alimentan dentro de las hojas. Sus túneles aparecen en forma de manchas o ampollas en la superficie inferior de las hojas, y cuando los insectos son suficientemente numerosos, matan las hojas desfigurando la planta. Las pequeñas larvas de color anaranjado amarillento necesitan un año para desarrollarse, desde su incubación a fines de primavera hasta la primavera siguiente, en que se transforman en crisálidas dentro de los túneles. Las moscas de color anaranjado semejantes a mosquitos salen de las hojas en un período aproximado de 2 semanas que comienza generalmente en la primera o segunda semana de mayo en la ciudad de Washington, Distrito de Columbia, y depositan sus huevos en la superficie inferior del tejido de las hojas nuevas, saliendo más temprano más hacia el Sur y más tarde en los Estados del Norte.



Sujetador de hojas de los invernaderos.

Tratamiento: Inmediatamente antes de que aparezcan los adultos en primavera rocíese el lado inferior de las hojas con polvos humedecibles de parathion o con DDT o clordano en forma de emulsión o polvos humedecibles. Es aconsejable añadir una sustancia remojante y adhesiva a los rocíos de DDT o clordano para que cubran las superficies brillantes o enceradas. Un tratamiento completo debe ser suficiente en cada estación.

El *sujetador de invernadero* es típico de las orugas que enrollan, pliegan y sujetan las hojas y crecimientos terminales Se alimenta en la superficie interior de las hojas plegadas y a veces devora los botones y flores, siendo principalmente una plaga de los invernaderos. Ataca también muchas plantas florales

de jardín. Las orugas adultas son de color verde amarillento y aproximadamente de tres cuartos de pulgada de largo y el adulto es una pequeña mariposa amarilla.

Tratamiento: Espolvoréense con piretro las infestaciones graves haciendo dos aplicaciones a intervalos de 30 minutos. Los rocíos de arseniato de plomo, piretro o DDT son también eficaces.

Los insectos que forman agallas atacan las células de las plantas estimulando su crecimiento y causando la formación de estructuras semejantes a agallas de varios tamaños y formas cerca del punto de ataque. Entre ellos se encuentran los áfidos de agallas del pinabete, los mosquitos de agallas del crisantemo, el mosquito picudo de agallas del sauce y el mosquito de agallas de basto del corno.

El *áfido oriental de agallas del pinabete* ocurre principalmente en la mitad este de los Estados Unidos de Norteamérica y causa pequeñas hinchazones o agallas en forma de cono que pueden desarrollarse en la base de los brotes nuevos del pinabete de Noruega o de los pinabetes blancos, negros o rojos. Generalmente las agallas tienen un largo aproximado de tres cuartos de pulgada y se asemejan a piñas en miniatura, muriendo muchas de las ramas infestadas. Las infestaciones graves o repetidas pueden deformar y debilitar los árboles.

Los pequeños áfidos tiernos, de color gris azulado, o crisálidas, pasan el invierno en las ramas, principalmente en la base de los botones. En primavera se convierten en adultos sin alas que quedan cubiertos con una secreción blanquecina parecida a algodón y que ponen grupos de huevos. Los insectos tiernos comienzan a alimentarse en la base de las agujas tempranas causando el desarrollo de las agallas que albergan los insectos. En agosto las agallas se vuelven de color café y se abren permitiendo la salida de los áfidos maduros, a los que les crecen alas y ponen grupos de huevos en las agujas, que incuban poco tiempo después. Los áfidos tiernos invernan cerca de los botones.

El *áfido Cooley de las agllas del pinabete* causa agallas en los pinabetes azules, de Engelmann, y de Sitka en el Oeste y en el Este. Los hábitos del áfido se asemejan a los de la forma oriental, a excepción de que los adultos alados, al salir de las agallas en julio, emigran a los abetos Douglas, en los que ponen grupos de huevos en sus agujas y en los que los insectos tiernos pasan el invierno. En primavera se maduran y producen una generación de verano, volviendo muchos de los adultos alados a los pinabetes en esa época.

Tratamiento: Si sólo ocurren unas cuantas agallas en los árboles pequeños, la infestación puede reprimirse generalmente cortando y destruyendo las agallas frescas antes de que salgan los insectos. En los plantíos mayores, rocíense los brotes terminales de los pinabetes de Noruega, blancos, negros y rojos, y de los abetos Douglas a principios de la primavera, antes de que los botones comiencen a abrirse, teniendo cuidado de mojar bien los botones y ramas. Se recomienda un rocío con una emulsión de aceite blanco al 2%, sulfato de nicotina, jabón y agua.

El *mosquito de agallas del crisantemo,* una mosca frágil de color anaranjado y con dos alas, es muy común y persistente en los invernaderos. Las larvas que se incuban de los huevos de color anaranjado depositados en la superficie de los brotes tiernos y del crecimiento nuevo penetran dentro de los tejidos de las plantas, formándose en ellas agallas cónicas como resultado de las irritaciones que producen. Las agallas completamente desarrolladas tienen un largo aproximado de un doceavo de pulgada y ocurren en la hoja, tallo o flor de la planta, proyectándose oblicuamente de su superficie. Tanto las larvas como las crisálidas completan su desarrollo dentro de las agallas, y ese desarrollo desde el huevo hasta el adulto necesita aproximadamente un mes para completarse, pudiendo ocurrir seis generaciones en un año.

Las plantas gravemente infestadas dejan de florecer debido al raquitismo y torceduras del crecimiento. Si las plantas se atacan cuando los brotes de la corona están en la etapa de formación, las flores no crecen hacia arriba como toda flor normal.

Tratamiento: Antiguamente se empleaban frecuentes fumigaciones por las noches con gases del ácido hidrociánico o con nicotina, suplementadas con rocíos de sulfato de nicotina y soluciones de jabón para matar los adultos. Actualmente se emplea el DDT en vez de esos tratamientos para matar los adultos y las etapas prematuras dentro de las agallas, siendo también eficaces los aerosoles con DDT.

Los insectos que infestan los extremos y los tallos incluyen las larvas de ciertos escarabajos, mariposas y moscas. Sus actividades quedan más o menos ocultas y a menudo no se descubren sino hasta que han causado daños considerables. Los daños consisten principalmente en el ahuecamiento o perforación de los botones terminales, retoños o tallos principales de las flores y arbustos. Ejemplos típicos de estos insectos son las mariposas de los extremos y brotes del pino, el perforador de los tallos, perforador de los lirios, perforador de las lilas, perforador de las ramas del corno, perforadores de los tallos de los rosales, perforador del rododendro y el perforador de cabeza plana del manzano.

Las *mariposas de los extremos del pino,* ya sea como pequeñas larvas o crisálidas, pueden ahuecar y destruir los extremos de los brotes nuevos del pino, incluyendo los botones. La presencia de agujas cortas y muertas cerca de los extremos de los nuevos brotes, con botones parcialmente desarrollados o ahuecados, es típica de estos daños. Los pinos jóvenes hasta de 12 pies de alto se dañan más seriamente y pueden volverse raquíticos y apelmazados a consecuencia de las continuas infestaciones graves.

Varias especies de mariposas de los extremos ocurren en diferentes áreas. La mariposa del pino de Nantucket es la especie común en el Este y Sur, al este del Mississippi. Las larvas son amarillentas y aproximadamente de media pulgada de largo cuando se han desarrollado totalmente, ocurriendo una generación en cada estación en el Norte, dos en los Estados del Centro y por lo menos cuatro en el Sur. Los insectos invernan como crisálidas en los extremos dañados. En las Grandes Llanuras del Norte una variedad de esta mariposa inverna como crisálida en los desperdicios o en la tierra, y otras especies del Sudoeste y del Oeste tienen generalmente una progenie tardía en primavera y pasan el resto del año en la tierra.

Tratamiento: Si ocurre sólo en unos cuantos árboles, la mariposa del pino de Nantucket se reprime cortando los extremos infestados y destruyendo las crisálidas que invernan antes de que se inicie el crecimiento de primavera. En las Grandes Llanuras del Norte y el Oeste debe hacerse lo anterior tan pronto como aparezcan algunas agujas muertas y antes de que las larvas las hayan abandonado, porque esas mismas larvas forman crisálidas en la tierra.

Puede obtenerse considerable protección rociando las ramas terminales con una emulsión de DDT aproximadamente en la época en que comienzan a salir las mariposas adultas. Una vez que incuban los huevos y que las larvas han penetrado al tallo, las sustancias químicas causan poco efecto en ellas.

La *mariposa de los retoños del pino europeo* es otra especie que causa serios daños a los brotes terminales y a los tallos de los pinos rojo, Mugho y escocés. Se reprime casi en la misma forma que las mariposas de los extremos. En la Nueva Inglaterra la mejor forma es hacer dos aplicaciones, una alrededor de la última semana de junio y otra la primera o segunda semanas de julio.

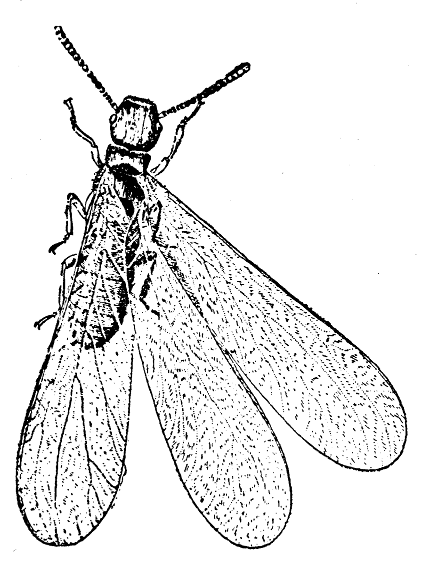
El *perforador de los tallos* es la más perjudicial de las diversas especies de orugas que perforan y hacen túneles en los tallos de las plantas carnosas de tallo

grueso y con frecuencia atacan los ásteres, dalias Cosmos, dalias, delfinios, ásteres dobles amarillos, malvas, lirios, peonías, flox y zinnias. Antes de que se descubra el insecto, generalmente sus ataques han progresado en tal forma que ocurre el marchitamiento y la rotura de las plantas. Un examen de las plantas afectadas descubrirá un pequeño agujero redondo en el tallo, que es la entrada al túnel del perforador del tallo y la abertura por la cual se arrojan los desperdicios. Si se abre el tallo a lo largo se encontrará al insecto, una oruga delgada que es ligeramente mayor de una pulgada de largo cuando ha alcanzado su desarrollo total. Frecuentemente se mueve del tallo de una planta al de otra y puede causar daños considerables. La oruga tierna es de color café y lleva una banda café oscuro o púrpura a la mitad de su cuerpo con varias rayas muy conspicuas a lo largo, de color café o púrpura. Las mariposas de color café grisáceo aparecen a fines del verano y depositan los huevos de la progenie de la siguiente estación en la badana, hierba de Santiago y otras plantas.

Tratamiento: El mejor remedio es un cultivo limpio, quemando todos los tallos y desechos de plantas en los jardines y sus cercanías que puedan albergar los huevos que invernan. Deben evitarse los brotes de grandes hierbas, especialmente la hierba gigante de Santiago, debiendo cortarse, rastrillarse y quemarse todas las hierbas antes de que las orugas que se encuentran en ellas puedan escapar y emigrar a las plantas de jardín. Pueden salvarse las plantas individuales de los jardines domésticos abriendo a lo largo los tallos infestados, sacando los perforadores y volviendo luego a unir los tallos, sujetándolos debidamente. Las inyecciones de piretro, DDT o clordano en los túneles matarán los perforadores que puedan ser alcanzados por los insecticidas. La aplicación de rocíos de DDT y clordano a los tallos ayudará a evitar que los perforadores penetren a ellos.

El *perforador de los lirios* daña las raíces y coronas de los lirios, incluyendo los tipos japonés y siberiano. La descomposición y el ennegrecimiento, que dan un aspecto de mancha de lágrimas a las hojas infestadas, indican generalmente su presencia. Los daños se hacen más evidentes en julio y agosto, destruyéndose todas las plantas en las infestaciones graves. El gusano totalmente crecido generalmente es rosado, de cabeza café y un largo aproximado de dos pulgadas. La etapa de crisálida se efectúa en la tierra cerca de la base de las plantas. Los adultos, mariposas cafés que aparecen en el otoño, ponen huevos que invernan, de preferencia en las hojas muertas o secas. Las orugas tiernas, al incubar en primavera, penetran dentro de las hojas y llegan hasta las raíces, que ahuecan por completo.

Tratamiento: Si sólo se trata de unas cuantas plantas, búsquense las manchas de lágrimas de los túneles de las larvas tiernas en las hojas, destruyéndolas apretando la porción infestada entre el índice y el pulgar, comenzando desde abajo y progresando hacia arriba. A fines de otoño o principios de primavera córtense y destrúyanse las hojas viejas secas a fin de eliminar muchos de los huevos que invernan en ellas. Protéjase el nuevo crecimiento a medida que se desarrolla en primavera, rociándolo o espolvoreándolo



La termita reticulitermes flavipes.

cada semana con DDT. Deben sacarse las plantas más viejas en julio y agosto y todas las partes dañadas, como igualmente las larvas que contengan deben cortarse y destruirse, quemándolas.

El *perforador de las lilas* ataca a menudo las lilas, el ligustro y otros arbustos de ornato. Perfora túneles bajo la corteza y en la madera, debilitando los tallos o circundándolos y haciendo que se marchite el follaje. Las cicatrices ásperas de los antiguos agujeros de los perforadores pueden ocurrir en los tallos gruesos en aquellos lugares donde el perforador ha trabajado durante varias estaciones. La oruga es de color blanco crema, tiene un largo aproximado de tres cuartos de pulgada cuando está totalmente crecida y pasa el invierno en los túneles de los tallos. El adulto, una mariposa de alas transparentes, sale en primavera y principios del verano y generalmente pone sus huevos en los lugares ásperos o en las heridas de la corteza.

Tratamiento: Antes de la primavera, córtense y quémense todos los tallos infestados y mal desarrollados que contengan perforadores. En verano, búsquense los pequeños montones de polvo finamente molido que se arrojan de los pequeños agujeros en la corteza por los perforadores tiernos, extrayendo los insectos con la hoja de una navaja bien afilada. Los perforadores que han penetrado a la madera pueden destruirse inyectando unas cuantas gotas de disulfuro de carbono en los túneles, tapando inmediatamente las aberturas con alguna sustancia a prueba de gas tal como cera para injertar, mastique o yeso húmedo, manteniéndolos tapados por un día o dos para conservar los gases. Esos gases son venenosos e inflamables y debe tenerse cuidado de no inhalar la sustancia ni acercarla a una llama cuando se aplica. Puede obtenerse una protección adicional rociando el tronco del árbol con una emulsión de DDT o BHC al 1% inmediatamente antes de la salida de las mariposas.

Los insectos que infestan la tierra y las raíces se arrastran en la superficie de la tierra o penetran en ella para llegar a las partes subterráneas de las plantas tales como raíces, bulbos y tubérculos. Se alimentan en la superficie exterior o penetran y perforan túneles en las partes que infestan. Algunos insectos comienzan sus ataques arriba de la superficie de la tierra pero causan el daño principal bajo su superficie. Los ejemplos de las formas que infestan la superficie incluyen las hormigas, milpiés, babosas y caracoles. El picudo negro de las vides, el picudo de la raíz de la fresa, la mosca del bulbo del narciso, las lombrices delgadas y las larvas blancas se cuentan entre los insectos perforadores.

Las *hormigas* son muy molestas y en ocasiones causan daños a los jardines florales. A veces dañan las plantas anidando entre sus raíces y exponiéndolas a que se sequen. Algunos hormigas pueden también llevarse las semillas recién plantadas y a veces causan daños indirectos debido a su costumbre de colonizar y proteger los áfidos, escarabajos harinosos y ciertos insectos de escamas. A menudo son simplemente molestas, atrayéndolas a las plantas la presencia de áfidos u otros insectos succionadores que exudan cantidades de miel. Las hormigas se sientes atraídas también por la savia que escurre de las heridas de los árboles y plantas que se vuelve agria, y por las secreciones dulces de ciertas partes de las plantas, tales como la de los botones florales de las peonías.

Tratamiento: Las hormigas son difíciles de reprimir, no habiendo disponible ningún remedio eficaz que sirva bajo diferentes condiciones para todas las especies. Muchas de ellas se reprimen por medio del clordano empleado como rocíos de polvos humedecibles o emulsiones o como polvo en las dosis y formas señaladas por el fabricante. Algunas especies pueden reprimirse con polvos de rotenona.

Cuando la miel atrae a las hormigas, los insectos que producen la sustancia deben exterminarse primeramente.

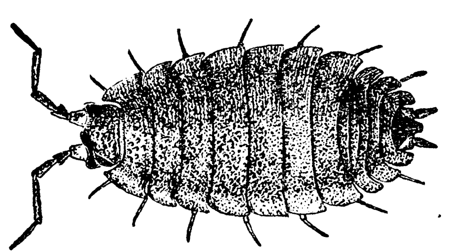
Las *termitas* penetran en ocasiones en las raíces de las plantas vivientes, ahuecándolas y extendiendo hacia arriba sus túneles en los tallos y causando su marchitamiento y muerte. Aunque los tallos estén llenos de túneles, generalmente no hay síntomas externos de las termitas sobre la superficie de la tierra, porque la superficie exterior del tallo queda intacta. Las termitas son subterráneas en sus hábitos y viven en colonias en la tierra, alimentándose normalmente en la madera muerta o en descomposición, tablas, esquejes o materia vegetal muerta en contacto con la tierra. Si las termitas son muy numerosas en la tierra y escasea ese tipo de alimento, se sienten atraídas a las raíces vivientes de los árboles, arbustos y plantas florales.



Babosa.



Milpiés.



Escarabajo de surco o de píldora.

Tratamiento: Remuévase toda la madera infestada y las plantas atacadas y empápese la tierra con clordano empleando emulsiones o polvos humedecibles. A veces es benéfica la sustitución temporal de fertilizantes comerciales en vez de abonos. El tratamiento de los esquejes de plantas con preservativos de madera adecuados, tales como sulfato de cobre, cloruro de cinc, pentaclorofenol y naftenato de cobre, protegerá la madera contra los ataques de las termitas.

Los *milpiés, escarabajos de píldora, babosas* y *caracoles* a menudo son perjudiciales para las flores y arbustos cultivados en lugares sombreados y húmedos en donde abunda la vegetación en descomposición. Los milpiés atacan frecuentemente las semillas que comienzan a brotar así como las raíces y bulbos. Los escarabajos de píldora y de surco se alimentan en las raíces y brotes tiernos, y las babosas y caracoles se alimentan en las hojas, tallos o raíces de las plantas.

Tratamiento: Se han usado extensamente los cebos envenenados pero han sido reemplazados en gran parte por los compuestos clorinados. Empléese el DDT, toxafeno o clordano contra los milpiés y escarabajos de píldoras. Los cebos conteniendo arseniato de calcio con metaldehido son más eficaces contra las babosas y caracoles, especialmente cuando ocurren altas temperaturas y baja humedad, aplicándose estas recomendaciones tanto al exterior como en los invernaderos.

El *picudo negro de las vides* es típico de los escarabajos de trompa que atacan los tallos y raíces. Las agujas del tejo, especialmente las de las ramas interiores, quedan cortadas en sus extremos en un lado o quedan completamente devoradas por los adultos. Se alimentan también en la corteza de los tallos y ramas arriba de la superficie de la tierra. Las larvas blancas tiernas, parecidas a gusanos, se alimentan en las raicillas y más tarde circundan o desnudan la corteza de las raíces más grandes. El árbol de vida, astilbe, helecho de doncella, gloxinia, cicuta, prímula, rododendro, begonia tuberosa y wistaria se encuentran entre 75 o más especies de plantas de invernadero y de exterior que ataca esta

plaga. En el exterior el insecto se alimenta generalemente en las fresas, tejos, rododendros o en hierbas tales como el diente de león o el plátano de hoja ancha. El adulto es negro con manchones de vello amarillento esparcidos sobre su cuerpo rugoso y tiene un largo aproximado de dos quintos de pulgada. El invierno se pasa en su mayoría como larva casi totalmente desarrollada y las hembras adultas sin alas salen en junio y julio habiendo una generación al año.

Tratamiento: Rocíense las partes de las plantas arriba de la superficie de la tierra con arseniato de plomo, DDT, clordano o BHC en forma de emulsiones o polvos humedecibles a fines de junio o principios de julio para matar los adultos. Esto evitará que se alimenten en la corteza y que depositen sus huevos. Son eficaces también los cebos envenenados que contengan arseniato de calcio, salvado y melaza. Para reprimir las larvas que habitan en la tierra, los rocíos o polvos de DDT o clordano deben mezclarse en ella.

Se encontrará información adicional sobre la biología y represión de los insectos mencionados en este artículo en las publicaciones que las diversas universidades y estaciones agrícolas experimentales de todo el país han publicado sobre este asunto.

Los insectos que hemos mencionado aquí son ejemplos de un gran número de ellos que infestan las flores y los arbustos. Las medidas que recomendamos contra determinado insecto son eficaces a menudo contra otros del mismo grupo, y su represión es cada día más importante, a medida que aumenta la importancia de las plantas que infestan, para los dueños de residencias, jardineros, floricultores comerciales y dueños de viveros en todo nuestro país.

C. A. WEIGEL *es entomólogo decano encargado del Laboratorio de Beltsville de la división de investigaciones sobre los insectos de jardines y cosechas de mercado de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se unió al Departamento en 1918 y ha estado asociado a los estudios de los problemas de los insectos de los invernaderos y plantas de ornato por más de 30 años. El doctor Weigel, nativo de Massachusetts, se graduó en la Universidad de New Hampshire e hizo estudios superiores en la Universidad del Estado de Ohio.*

R. A. ST. GEORGE *es entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y trabaja en el Centro de Investigaciones Agrícolas de Beltsville. Se graduó en las Universidades de Massachusetts y George Washington y ha estado asociado con la división de investigación sobre insectos forestales desde 1918, habiéndose especializado en los problemas de investigación relativos a los insectos que dañan los árboles forestales y de sombra y los arbustos de ornato.*

Los ácaros de las arañas y su resistencia

Floyd F. Smith

LOS ÁCAROS de las arañas o "arañas rojas" atacan casi toda clase de cosechas de campo, legumbres, árboles de huerto, hierbas y plantas de invernadero. A menudo los ácaros se limitan al principio a una sola clase de plantas, pero se cambian a otras cuando aumentan los daños y escasea el alimento.

En el exterior se encuentran varias especies de hábitos semejantes pero de características morfológicas diferentes.

De las seis especies que infestan los invernaderos, la que predomina es el ácaro de dos lunares. Se alimenta en forma generalizada, pero se encuentra presente casi constantemente en los pepinos, tomates, rosales, claveles, crisantemos, violetas, chícharos de olor, antirrinos, fucsias y ageratos, constituyendo la plaga principal de los rosales y de algunas otras cosechas de invernadero. Si no se reprime, limita la producción lucrativa de flores o imposibilita su venta. Es una plaga que aumenta en importancia en los huertos y en otras cosechas cultivadas al exterior, especialmente si se han eliminado de la competencia, por medio de rocíos o polvos, otras especies relacionadas más susceptibles de ácaros.

Las hembras adultas del ácaro de dos lunares tienen menos de un cincuentavo de pulgada de largo y los machos son mucho más pequeños. Su cuerpo ovalado está cubierto de vello y su color varía del verde o amarillo al anaranjado con lunares oscuros. Cuando los lunares están muy juntos los ácaros se ven de color negro. Algunas hembras son de color carmín o rojo oscuro y los ácaros generalmente se vuelven más oscuros con la edad o en climas fríos. A veces pueden ser rojas las progenies de los ácaros verdes, pero por lo menos en una especie los adultos son de color rojo oscuro en todas las generaciones. Los ácaros de las arañas tienen un sistema respiratorio bien protegido.

Su historia vital es compleja. El ácaro recién incubado se alimenta durante menos de un día a casi 2 días, entrando luego en una etapa de reposo. Después de que ha transcurrido aproximadamente un día muda a una segunda etapa activa, volviendo a alimentarse y quedando luego en reposo como en la primera etapa. El macho adulto sale de la segunda etapa de reposo, pero la hembra pasa a través de una tercera etapa de alimentación y de reposo antes de convertirse en adulta. El acoplamiento ocurre generalmente unos cuantos minutos después de que la hembra se convierte en adulta y los huevos de las hembras no fertilizadas sólo producen machos.

El período de desarrollo varía grandemente con la temperatura. Los huevos incuban en 2 ó 3 días a temperaturas de 75° F., o mayores, o después de 21 días a 55°. Los ácaros pueden llegar a la etapa adulta en 5 días a 75°, o en 40 días a 55°. Bajo temperaturas de 60° a 70°, que son las normales en los invernaderos, el período de incubación es de 5 a 10 días y el de desarrollo a la etapa adulta de 10 a 15 días. Una hembra pone unos cuantos huevos diariamente y un total de 100 a 194 huevos durante su vida normal de 3 a 4 semanas.

Una sola hembra puede producir en un mes por medio de generaciones sucesivas una progenie de 20 ácaros a 60°, de 13,000 ácaros aproximadamente a 70° y de más de 13 millones de ácaros a 80° de temperatura constante. Por tanto, su multiplicación en las cosechas de invernadero es muy rápida y las medidas de represión deben ser prontas y completas.

Los ácaros se alimentan perforando la epidermis de la hoja y succionando los líquidos que contienen las células. La hoja se vuelve pálida y moteada alrededor de la parte dañada. Cuando la infestación es grave, las áreas moteadas se juntan y hacen que la hoja tome un aspecto enfermizo, volviéndose de color rojo oxidado, arrugándose y muriendo después. Las plantas dañadas se vuelven raquíticas y pueden morir. La planta puede quedar cubierta con finas telarañas sedosas que los ácaros tejen conforme se mueven de un lugar a otro.

Los ácaros disminuyen grandemente la producción promedia de cosechas florales. La virtual eliminación de las arañas rojas por medio de alguno de los fosfatos orgánicos ha aumentado cinco veces la producción de rosas durante el verano cuando los daños de los ácaros son más graves. Los cultivadores de rosales han informado haber obtenido aumentos de 20 a 40% en la producción, así como mejores flores, mediante el empleo de los nuevos plaguicidas. Los

cultivadores de legumbres de invernadero pueden producir cosechas de tomates y pepinos de otoño y conservar una alta producción en las cosechas de primavera hasta principios del verano o hasta que quedan disponibles las cosechas de campo.

En los invernaderos los ácaros han sido muy difíciles de reprimir porque atacan un gran número de plantas huéspedes. Su pequeño tamaño, rápida reproducción y protección debajo de las telarañas en la superficie inferior de las hojas han aumentado la dificultad para combatirlos.

Su sistema respiratorio bien protegido los hace resistir a los rocíos y fumigantes de contacto ordinarios que pueden emplearse en las plantas en las que se alimentan. En la etapa de reposo los ácaros son altamente resistentes a la mayoría de las sustancias químicas y hasta recientemente no se conocía ningún tratamiento seguro para matar los huevos.

Para eliminar esas dificultades los dueños de invernaderos intentaron destruir todos los ácaros limpiando los residuos de material a fines de la estación de recolección y fumigando los invernaderos, quemando azufre en ellos antes de sembrar la nueva cosecha. Se aplicaban a la nueva cosecha rocíos y polvos que contenían azufre para disminuir los ácaros a un mínimo durante el otoño. Cuando las cosechas se cultivaban en climas fríos, los ácaros no aumentaban grandemente hasta fines del invierno o principios de primavera, y entonces la productividad de la cosecha se prolongaba rociándola con una onza de cal seca-azufre en 3 galones de agua a intervalos de 10 días. Algunos dueños de invernaderos empleaban un rocío que contenía una onza de sal común en un galón de agua, recomendándose también los rocíos con goma disuelta en agua para hacer que los ácaros se adhirieran al follaje. Las aspersiones con agua para lavar los ácaros de las hojas constituían una práctica generalizada, pero dañaban el follaje tierno y alentaban la propagación de enfermedades tales como el lunar negro del rosal, la lama del pepino y las enfermedades de los claveles.

Aproximadamente desde 1929 los investigadores han informado de muchos acaricidas compuestos para extirpar los ácaros, o estos productos han sido ofrecidos por los fabricantes para su venta. La fumigación con cristales de naftalina fue el primero de esos nuevos sistemas, empleándose lámparas especiales para vaporizar las dosis recomendadas; pero sólo ciertas cosechas toleraban esa fumigación, siendo necesario conservar una temperatura y humedad muy altas. Los rocíos que contenían polvo de derris o extractos de rotenona fueron sustituidos con rocíos que contenían un complejo de compuestos de selenio $(K\text{-}NH_4\text{-}S)_5Se$, conocido como Selocide. Esta sustancia resultó eficaz contra los ácaros en un principio, pero pronto perdió su eficacia a pesar de las repetidas aplicaciones, no sabiendo la causa de esto, porque no se conservaron ejemplares de los ácaros susceptibles y resistentes para su estudio posterior. Sin embargo, otro compuesto de selenio, el seleniato de sodio, todavía es tóxico para algunas especies de ácaros de las arañas cuando se aplica en agua a la tierra en proporción de un cuarto de gramo por pie cuadrado en cosechas tales como claveles y crisantemos.

El seleniato de sodio, un insecticida sistemático, se absorbe por las raíces y se transfiere con la savia al follaje y a las flores de las plantas herbáceas, envenenando los áfidos a medida que se alimentan en ellas. La sustancia es sumamente venenosa y no debe emplearse en cosechas alimenticias, no recomendando su uso el Departamento de Agricultura.

CUANDO SE ENCONTRÓ QUE EL AZOBENZOL ERA UN ACARICIDA EFICAZ, muchos cultivadores de rosales y otras plantas hicieron fumigaciones con esta sustancia a intervalos de un mes para reprimir los ácaros de las arañas, a pesar de que durante varios días las flores que crecían en las plantas tratadas perdían su color

y tenían que desecharse. A pesar de esas pérdidas, las fumigaciones reprimieron del 95 al 99% de los ácaros y se produjeron más flores vendibles que las que se habían obtenido con cualquier otro tratamiento previo. Sin embargo, su uso declinó rápidamente cuando quedaron disponibles en 1947 los primeros aerosoles que contenían el fosfato orgánico tetrafosfato de hexaetilo, ya que eliminaba o disminuía grandemente los ácaros de las arañas y reprimía también los áfidos, moscas blancas y escarabajos harinosos sin dañar el follaje de las flores.

El parathion, que quedó disponible en forma de aerosoles a principios de 1948, dio el mismo alto grado de represión de los ácaros de las arañas en la mayoría de los invernaderos comerciales, con aplicaciones menos frecuentes que las requeridas con el tetrafosfato de hexaetilo. Los cultivadores de rosales en Connecticut, New Jersey y Pennsylvania, sin embargo, nos hicieron notar los malos resultados que obtuvieron con el parathion cuando lo emplearon por primera vez en octubre de 1948.

Descubrimos entonces que hay dos especies del ácaro de dos lunares por lo que hace a su resistencia al parathion. No pudieron encontrarse ácaros en muchos invernaderos en los que se había empleado el parathion y el tetrafosfato de hexaetilo para reprimirlos. En otros 33 invernaderos de tres Estados diferentes se recolectaron ácaros en los rosales y otras plantas y se trataron en forma experimental con aerosoles de parathion, habiendo muerto prácticamente todos los ácaros procedentes de 30 de esos invernaderos, pero los de un invernadero de New Jersey y de dos de Pennsylvania sobrevivieron al tratamiento. Se hicieron 24 colecciones en varias partes de los tres establecimientos y se encontró que los ácaros eran igualmente resistentes al parathion cuando se les sometió a prueba, lo que indicaba que no había poblaciones mezcladas de ácaros susceptibles y resistentes en esos invernaderos. Como los mismos habían sido tratados repetidamente con parathion o tetrafosfato de hexaetilo, es posible que se hayan eliminado todos los ácaros susceptibles que ocurrieron con anterioridad.

Las tres infestaciones de ácaros resistentes en Pennsylvania y New Jersey, separadas una de otra por 50 ó 100 millas, así como la de Connecticut, no tenían aparentemente ningún origen común por medio del intercambio de rosales infestados u otros materiales. Aunque una firma de Pennsylvania produjo rosales para su venta cada año, ninguna de las otras tres firmas que tenían ácaros resistentes había obtenido existencias de esa fuente en años recientes.

Los resultados indicaron que en el área inspeccionada en febrero de 1949 los ácaros resistentes quedaban restringidos a las cuatro firmas mencionadas. Sin embargo, por primera vez se encontraron en junio ácaros resistentes en áreas donde previamente se habían recogido sólo ácaros susceptibles, pero se localizaron con toda exactitud como procedentes de las introducciones de rosales comprados recientemente a la firma de Pennsylvania. Así se extendió considerablemente la distribución de ácaros resistentes a fines de la primavera y durante el verano de 1949 por medio de esas plantas infestadas, y para 1950 un gran porcentaje de los cultivadores de rosales en el Este y hacia el Oeste hasta Illinois habían encontrado ácaros resistentes.

En muchos invernaderos en donde todos los rosales se producen del material existente y en los que otras cosechas se han tratado con toda regularidad con parathion o tetrafosfato de hexaetilo durante casi 5 años, la progenie de ácaros supervivientes no mostró ningún aumento de resistencia. Este descubrimiento no apoya la teoría de que generalmente ocurre un aumento en la resistencia después de repetidas aplicaciones del mismo insecticida. Las pruebas que obtuvimos en 1952 demuestran que los ácaros resistentes se limitaban al principio a unos cuantos invernaderos y que su campo de actividad se extendió después del empleo comercial de acaricidas altamente eficaces que eliminaron las razas susceptibles de la misma especie así como también otras especies susceptibles.

Se han encontrado ácaros resistentes en los invernaderos comerciales, en las rosas, claveles, crisantemos, pepinos, tomates, antirrinos, ageratos, ésteres chinos, fresas, judías, cáñamos, dalias y por lo menos 9 especies de hierbas, siendo todas ellas huéspedes comunes de los ácaros susceptibles. No se han encontrado ácaros resistentes en las cosechas o hierbas cultivadas al exterior o proximidad de los invernaderos infestados, pero los ácaros resistentes transferidos a fresas de campo en noviembre de 1950 sobrevivieron a temperaturas de invierno a 8° F. y continuaron la infestación durante la primavera siguiente.

Se transfirieron ácaros resistentes de los rosales a las judías o a las otras plantas huéspedes que ya he mencionado, propagándose durante tres años. Los ejemplares de muestra tomados de esas colonias y tratados periódicamente con parathion aparentemente no perdieron su resistencia original. Estos ácaros tampoco perdieron su resistencia cuando se propagaron durante varios meses en cualquiera de esos huéspedes. Probablemente los ácaros de las colecciones originales tomadas de las colonias de una sola planta en los rosales eran homozigóticos en cuanto a resistencia y sus progenies no la perdieron durante aproximadamente 50 generaciones, independientemente de las plantas en que se alimentaran. Esta teoría, sin embargo, no está de acuerdo con las conclusiones de otros investigadores, lo que me hace creer que sus colonias se mezclaron con razas susceptibles y que estas últimas resultaron dominantes en la competencia biológica.

En vista de las diferencias de resistencia en los ácaros de diversos orígenes, los entomólogos compararon los ácaros susceptibles con los resistentes sin encontrar ninguna diferencia en sus características morfológicas, considerándose todos ellos como típicos ácaros de dos lunares. He observado los ácaros vivientes durante largo tiempo pero no he encontrado diferencia alguna en su coloración u otras características que separen positivamente las dos razas. No se han efectuado experimentos controlados para precisar si las dos razas pueden entrecruzarse.

EN UN ESFUERZO PARA DISMINUIR LOS DAÑOS CAUSADOS por los ácaros resistentes algunos dueños de invernaderos volvieron a emplear los antiguos remedios, y aquellos que usaron los rocíos que contenían extractos de derris en agua obtuvieron una buena represión de los ácaros resistentes a costa de considerable raquitismo y endurecimiento del crecimiento de las plantas. Otros volvieron al azobenzol, pero dejaron de emplearlo después de obtener una mala represión de los ácaros resistentes causándose daños a las flores y crecimiento suculento. Muchos rociaron las plantas con agua y disminuyeron así las poblaciones, pero el follaje se dañó gravemente, alentándose las infecciones del lunar negro.

En los experimentos efectuados en relación con las razas resistentes y susceptibles de los ácaros, nueve sustancias diferentes mataron un gran porcentaje de estos últimos, siendo evidente que hay una raza resistente no sólo al parathion, sino a todas las demás sustancias que se probaron.

En algunos experimentos posteriores descubrí que los aerosoles que contienen sulfonato de *p*-clorofenil *p*-clorobenzol eran tóxicos para los ácaros tiernos resistentes, a dosis más altas que las requeridas para matar los ácaros susceptibles. La sustancia puede emplearse sin peligro en los rosales solamente durante la primavera y el verano, porque cuando los días son más cortos puede hacer que se caiga el follaje de las plantas. La sustancia ha sido también eficaz como rocíos contra los ácaros resistentes, pero causa la caída de las hojas u otros daños durante los días cortos, pudiendo también volatilizarse mediante tubos de calentamiento.

Los rocíos, aerosoles y humos que contienen di(*p*-clorofenil) metil-carbinol son altamente eficaces contra las etapas activas de los ácaros resistentes, pero la sustancia no se ha empleado extensamente debido a su tendencia a causar daños

a las plantas por dosificaciones incorrectas, así como a la escasez de los productos químicos.

Los rocíos que contienen sulfito de 2-(*p-tert*-butilfenoxi) 1-metiletil 2-cloroetil son también eficaces contra las etapas activas de los ácaros resistentes y parecen no dañar las plantas de invernadero. Ésta es una de varias sustancias que se emplearon con éxito en los huertos comerciales en 1950 y los dueños de invernaderos la emplearon de nuevo contra los ácaros resistentes en 1951.

Las tres sustancias mencionadas conservan su toxicidad para los ácaros durante una o dos semanas después de su aplicación, siendo lo suficientemente volátiles para actuar como fumigantes. En forma de aerosoles o humos estas sustancias son más convenientes para los dueños de invernaderos que las fórmulas de rocíos.

El ditiopirofosfato de tetraetilo como fumigante en aerosoles mata un porcentaje más elevado de ácaros resistentes adultos que cualquiera de los fosfatos orgánicos y aún mayor número de las etapas activas de los ácaros tiernos. Se usó comercialmente por primera vez en 1950 para combatir esta plaga, pero no ha sido completamente satisfactorio debido a las frecuentes aplicaciones que son necesarias para conservar bajo control los ácaros resistentes y a la deformación ocasional de las hojas que sigue a su empleo continuo.

En otros experimentos se aplicaron en aerosoles, en agua como rocíos de follaje o directamente a la tierra, los insecticidas sistemáticos pirofosforamido de octametil y uno de los triofosfatos de trialkil. Estas sustancias mataron ambas razas de los ácaros en las etapas activas, pero los ácaros susceptibles murieron 1 a 2 días antes que los resistentes. Dichas sustancias han proporcionado la represión más satisfactoria de los ácaros resistentes en experimentos efectuados en invernaderos comerciales. Se absorben por las plantas y vuelven tóxica su savia para los ácaros y áfidos que se alimentan de ella durante 2 a 4 semanas o más tiempo después de su aplicación. El pirofosforamido de octametil no tiene acción de contacto de algún valor para matar ácaros o áfidos.

En el exterior, donde son practicables los rocíos y las cosechas tienen mayor tolerancia que la de las plantas de ornato, se están reprimiendo los ácaros (incluyendo aquellos que sean de razas resistentes) por medio de sulfonato de *p*-clorofenil *p*-clorobenzol, di-(*p*-clorofenil) metilcarbinol o sulfito de 2-(*p-tert*-butilfenoxi)-1-metiletil 2-cloroetil. Hasta muy recientemente sólo se obtenía en los invernaderos una mortalidad parcial de los ácaros con el empleo de los acaricidas ineficaces si es que se usaban algunos de ellos. Siempre podían encontrarse insectos parásitos y de presa y en algunos casos acababan prácticamente con las graves infestaciones de ácaros, pero no antes de que se hubieran causado serios daños a las plantas. El ácaro de presa, especies *Iphidulos,* destruirá los ácaros resistentes y susceptibles, pero no con la rapidez suficiente para evitar que se alimenten considerablemente en las plantas.

Los nuevos insecticidas que son altamente eficaces han eliminado casi totalmente la mayoría de los insectos y ácaros, así como los insectos de presa y parásitos, de muchos invernaderos. Al quedar libres de las plagas, las plantas han aumentado grandemente su producción, así como la calidad de sus flores y frutos. Las altas normas que se han establecido hacen imperativa la continuación de los métodos químicos de represión de plagas en los invernaderos. Debido a los ahorros en el costo de mano de obra, se prefiere a los polvos o rocíos el método de aplicar los insecticidas por medio de aerosoles. El rociado o espolvoreado deja residuos conspicuos y el primer método alienta la propagación de graves enfermedades de hongos y bacterias.

Para combatir los ácaros resistentes, el productor de rosales u otro material de siembra podría evitar la diseminación de ácaros resistentes empleando tratamientos con pirofosforamido de octametil o cualquier otro acaricida sistemático

que envenene la savia en la que se alimentan los ácaros y destruyéndolos en todas sus etapas mediante fumigaciones con bromuro de metilo.

El dueño de invernaderos comerciales puede controlar los ácaros resistentes mediante repetidas aplicaciones de aerosoles que contengan ditiopirofosfato de tetraetilo o mediante aplicaciones oportunas de sulfonato de *p*-clorofenil *p*-clorobenzol en aerosoles, rocíos, humos o fumigantes para evitar daños a las plantas. Los rocíos o aerosoles que contengan sulfito de 2-(*p*-*tert*-butilfenoxi)-1-metiletil 2-cloroetil o di(*p*-clorofenil)-metilcarbinol o los humos que contengan esta última sustancia, son métodos alternativos eficaces. Los aerosoles de pirofosforamido de octametil o los rocíos de cualquiera de los nuevos insecticidas sistemáticos prometen ser eficaces para obtener la deseada represión de los ácaros resistentes tales como los conocemos en 1952.

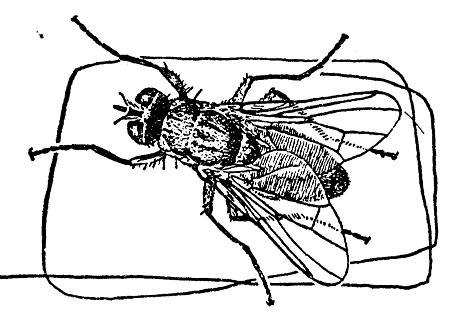
COMPARACIÓN DE LA TOXICIDAD DE VARIOS FOSFATOS ORGÁNICOS Y OTRAS SUSTANCIAS QUÍMICAS EN AEROSOLES DE CLORURO DE METILO PARA LAS DOS RAZAS DE LOS ÁCAROS DE LAS ARAÑAS DE DOS LUNARES.

	Porcentaje de mortalidad	
Ingrediente	*Ácaros susceptibles*	*Ácaros resistentes*
Parathion	99.9	5
Para-oxon	100	6
Parathion metilo	100	1
HETP	99.7	39
TEPP	97	12
Pirofosfato de tetraisopropil	98	38
Sulfotepp	100	59
DMC	97	22
Aramite	100	2

NOTA: En 1951 se adoptaron los siguientes nombres y símbolos: Para-ozon para el análogo de oxígeno del parathion. Parathion metilo para el homólogo de metilo del parathion. HETP para el tetrafosfato de hexaetilo. TEPP para el pirofosfato de tetraetilo. Sulfotepp para el ditiopirofosfato de tetraetilo. DMC para el di(*p*-clorofenol) metilcarbinol. Aramite para el sulfito de 2-(*p*-*tert*-butilfenoxi)-1-metiletil 2-cloroetil.

FLOYD F. SMITH, *entomólogo decano de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, ha dedicado 28 años al estudio de los insectos que afectan las plantas de ornato y de invernadero. Ha publicado más de 130 artículos sobre la biología y represión de esas plagas y sobre los insectos como vectores de las enfermedades de las plantas.*

El ganado y los insectos



Las moscas del ganado

Gaines W. Eddy

LAS MOSCAS de cuernos son pequeñas moscas negras que tienen cierto parecido con las moscas domésticas, pero que son sólo de la mitad de éstas. Se alimentan principalmente en el ganado, pero pueden atacar también las ovejas, cabras, caballos y algunos otros animales. La mayor parte de su vida adulta transcurre en un animal. La mosca de cuernos pone sus huevos sólo en el estiércol fresco y las larvas se alimentan y desarrollan en el estiércol, necesitándose aproximadamente dos semanas para que la mosca de cuernos se desarrolle de la etapa de huevo a la de adulto.

La forma más eficaz y económica de acabar con las moscas de cuernos consiste en la aplicación de insecticidas a los animales.

Se recomienda el empleo del metoxiclor para el ganado lechero en una concentración de 0.5 a 1.0%. Para preparar la concentración más baja úsense 8 libras de polvo humedecible al 50% para 100 galones de agua o 16 libras (2 galones) de un concentrado emulsificable al 25% para 100 galones de agua. Se necesitan aproximadamente 2 cuartillos para rociar un animal de tamaño mediano y la protección durará alrededor de 3 semanas. Si se emplea una concentración mayor, disminúyase proporcionalmente la cantidad de rocío.

Pueden emplearse también los rocíos de piretro eficazmente y sin riesgo en el ganado lechero para reprimir las moscas de cuernos, pero se necesitan tratamientos más frecuentes. No se recomienda el empleo del DDT para el ganado lechero.

Otros insecticidas, así como el metoxiclor, pueden usarse sin riesgo contra las moscas de cuernos en el ganado para engorda y en el que se deja pastar así como en las vacas que no son de ordeña. El DDT y el TDE son eficaces en proporción de 8 libras de polvo humedecible al 50% para 100 galones de agua. Hay disponibles también varios concentrados emulsificables de toxafeno, debiendo seguirse cuidadosamente las direcciones del fabricante para su mezcla y aplicación. Los cuatro insecticidas mencionados anteriormente son muy eficaces y generalmente un rocío es suficiente para proteger a los animales durante un período aproximado de 3 semanas.

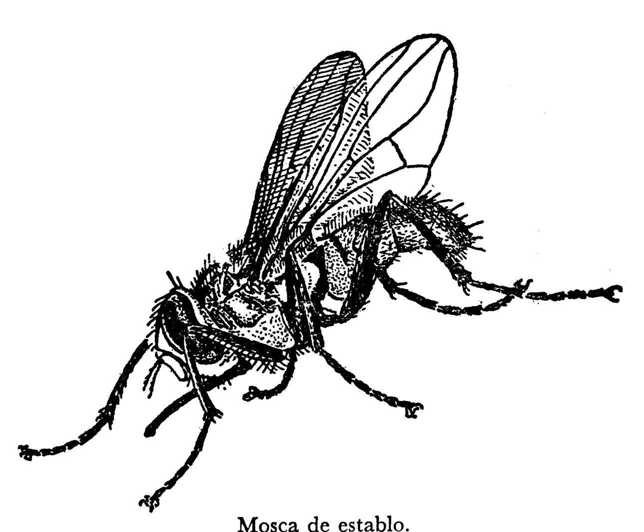
No se necesita ningún equipo especial de aspersión para la aplicación de insecticidas al ganado para reprimir la mosca de cuernos, siendo también innecesarios los rocíos a presión. El número de animales que hay que tratar determina en gran parte el tipo de rociador. Las pequeñas cantidades de animales pueden tratarse satisfactoriamente con rociadores manuales de presión de aire del tipo de cilindro o de mochila, y para grandes cantidades de animales se sugiere el

empleo de rociadores mecánicos con toberas ajustables que funcionen a presiones de 100 a 200 libras, debiendo asegurarse el operador de que los insecticidas estén siempre bien mezclados.

Las moscas de establo se parecen a las moscas domésticas y son aproximadamente del mismo tamaño. Sin embargo, las moscas de establo tienen partes bucales largas y capaces de perforar y las alas en reposo forman un ángulo con el cuerpo. Las moscas de establo se alimentan en varias especies de animales de sangre caliente, pero causan las mayores molestias y daños en el ganado y en los caballos. Las moscas muerden la mayor parte de las patas y partes bajas del animal y las hembras depositan sus huevos en la materia orgánica fermentada y húmeda, siendo el estiércol un lugar favorito de reproducción, especialmente cuando se mezcla con paja. El desarrollo de la etapa de huevos a la de adulto toma aproximadamente 3 semanas.

La mosca de establo se reprime comúnmente por medio de cualquiera de los siguientes métodos o combinaciones de ellos: la destrucción de los lugares de procreación; la aplicación de insecticidas residuales a los edificios, cobertizos, corrales y otros sitios en donde se alberguen las moscas, así como la aplicación de insecticidas a los animales.

Sólo deben emplearse rocíos de metoxiclor, lindano o piretro para reprimir las moscas de establo en los pajares o establos. Si se emplea un polvo humedecible de metoxiclor, se sugiere una concentración de 2.5%, pudiendo emplearse emulsiones en concentraciones de 2.5 a 5%. El lindano se recomienda en concentraciones de 0.25 a 0.5%, no siendo los rocíos de piretro muy eficaces como tratamientos residuales contra las moscas de establo.



Mosca de establo.

Estas sustancias, así como el DDT y el clordano, pueden emplearse dentro o fuera de otros tipos de edificios. Se recomienda el DDT a las mismas concentraciones dadas para el metoxiclor, y el clordano se recomienda a concentraciones de 2%. No se han precisado los méritos relativos de las diversas sustancias como tratamientos residuales contra las moscas de establo, pudiendo, sin embargo, esos rocíos residuales no ser tan eficaces para disminuir las poblaciones de esos insectos si se emplean sin las otras medidas de represión.

La cantidad de rocío que hay que aplicar a la superficie de los graneros o establos depende del tipo de ellas. Un galón de rocío cubrirá aproximadamente de 500 a 100 pies cuadrados. La superficie debe quedar lo suficientemente empapada con el rocío para que éste escurra un poco. Todos los edificios, gallineros, zahurdas de cerdos, corrales, etc., deben rociarse al mismo tiempo. Para el tratamiento de establos o grandes edificios son más adecuados los rociadores mecánicos.

El piretro es una de las sustancias más eficaces contra las moscas de establo

y se emplea solo o en combinación con otras sustancias tales como activadores, sinérgicos o anti-oxidantes que hacen el piretro más tóxico o de mayor duración en sus efectos. Entre los mejores sinérgicos para emplearse con el piretro está el butóxido de piperonil y el isome de *n*-propil. Las piretrinas se emplean generalmente contra las moscas de establo a concentraciones de 0.05 a 0.1%, y esta última de 0.1% protegerá a los animales contra los ataques de la mosca de establo durante 1 ó 2 días. Una combinación de 0.1% de piretrinas y 1.0% de butóxido de piperonil será suficiente generalmente para dar una protección completa durante 2 días y protección parcial durante 2 ó 3 días más.

Las condiciones de clima afectan la toxicidad residual de las piretrinas, pudiendo obtenerse una protección un poco más prolongada en primavera y otoño que en verano. Los rocíos de piretrina son relativamente costosos para emplearse en el ganado que está pastando y generalmente no se consideran prácticos para este objeto, empleándose, sin embargo, extensamente en el ganado lechero y en la vecindad de los establos.

Una concentración de 0.5 a 1.0% de metoxiclor, el único insecticida clorinado que se recomendaba en 1952 para la represión de las moscas de establo en el ganado lechero, dará cierta protección y causará gran mortalidad entre las moscas que se alimentan durante los primeros días después del tratamiento. Pueden emplearse el DDT y el metoxiclor en el ganado de engorda o en los animales que pastan, recomendándose el empleo del DDT a las mismas concentraciones sugeridas para el metoxiclor.

Al tratar animales para la represión de las moscas de establo, la mitad inferior del animal, especialmente las patas, debe rociarse cuidadosamente.

Los agricultores y rancheros están familiarizados con las grandes moscas que succionan la sangre y que se conocen como moscas de caballo, pero las moscas de venado, que en algunas partes de los Estados Unidos de Norteamérica causan grandes molestias al ganado, son menos conocidas. Las moscas de caballo y de venado son miembros de la familia de los Tabánidos.

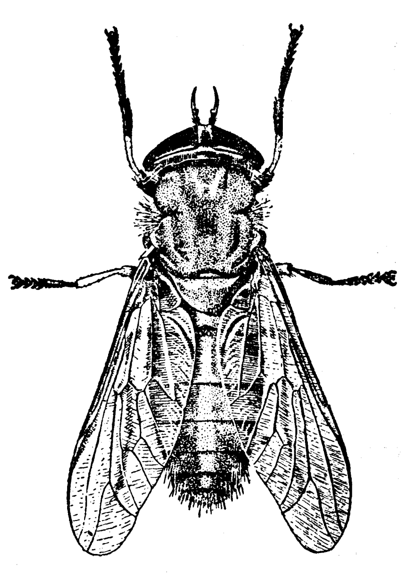
Como grupo, las moscas de caballo son más numerosas, causan mayores molestias y son considerablemente mayores que las moscas del venado. Los varios cientos de clases de moscas de caballo tienen diferentes hábitos de procreación y alimentación. La mayoría de las especies se reproducen en lugares húmedos y el desarrollo de la etapa de huevo a la de adulto puede requerir sólo unos cuantos meses o 1 a 2 años o más, dependiendo de la especie. Como las moscas de establo, las de caballo y de venado se alimentan en muchos y diferentes animales de sangre caliente, pero causan las mayores molestias y daños al ganado y a los caballos.

No se han desarrollado métodos satisfactorios de represión contra las moscas de caballo y de venado. Los repelentes empleados en 1952 no eran lo suficientemente eficaces o eran demasiado costosos para emplearse en gran escala y hasta 1952 no se había precisado completamente el valor práctico de insecticidas tales como el DDT o el metoxiclor, que matan algunas de las moscas cuando se alimentan.

A menudo se ha empleado el piretro como repelente contra las moscas de caballo. Los rocíos que contengan una concentración de 0.1% de piretrinas protegerán los animales contra los ataques de las moscas aproximadamente por 24 horas, y la adición de butóxido de piperonil prolongará la protección a cerca de 48 horas. Los rocíos de piretro no matan muchas de las moscas que se paran o alimentan en los animales tratados.

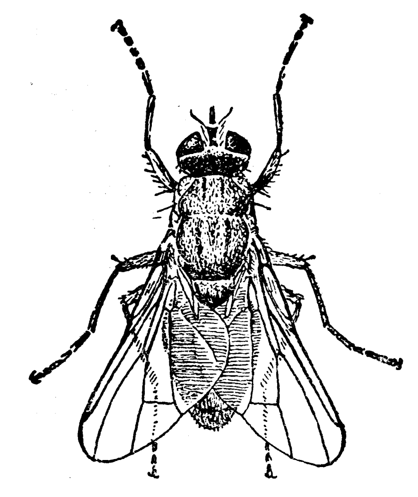
Los resultados obtenidos con algunos de los insecticidas clorinados han sido extremadamente contradictorios. Algunos investigadores informaron haber obtenido buenos resultados con el hexacloruro de benzol, que dio una protección

de varios días con una combinación de hexacloruro de benzol y metoxiclor o DDT. Sin embargo, he observado muy poca o ninguna protección contra una especie de mosca de caballo *(Tabanus abactor)* cuando se han empleado concentraciones bastante altas de DDT, metoxiclor, TDE, toxafeno, clordano, hexacloruro de benzol, aldrina o combinaciones de hexacloruro de benzol y DDT o hexacloruro de benzol y metoxiclor. Prácticamente todas las sustancias causaron cierta mortalidad en las moscas al alimentarse, siendo la mayor cuando se empleó DDT seguido de metoxiclor. Estas sustancias causaron una mortalidad relativamente alta en las moscas durante los primeros 5 días después de su aplicación. Empleados solos, los insecticidas resultaron tan tóxicos para las moscas como las combinaciones que se experimentaron, y algunos investigadores han informado haber obtenido una disminución bien definida en las poblaciones de moscas de caballo después de emplear sólo el DDT.



Mosca de caballo rayada.

Sugiero que se use el metoxiclor en los animales lecheros y el DDT en el ganado de engorda o en el que se deja pastar, a concentraciones de 0.5 a 1.0%. En aquellas áreas en que la estación de moscas es relativamente corta, es muy factible y vale la pena hacer aplicaciones semanales del insecticida. Esos rocíos, hechos con la debida oportunidad, deben ser también una ayuda, aun en aquellas áreas en las que la estación de moscas de caballo dura de 3 a 5 meses.



Mosca de cuernos.

Hay algunos compuestos relativamente nuevos, pero no se ha precisado completamente ni su eficacia contra las moscas que atacan el ganado ni tampoco su toxicidad para los animales.

El *p*-aminofenol se emplea como antioxidante de las piretrinas y se informa que prolonga grandemente su toxicidad residual para las moscas de establo. Se ha probado en combinación con piretrinas contra las moscas de cuernos, de establo y de caballo, habiéndose encontrado en pruebas de laboratorio, de laboratorio y campo combinadas, así como en pruebas de campo, que el *p*-aminofenol era más eficaz que el butóxido de piperonil. Aparentemente, el *p*-aminofenol no es altamente tóxico para el ganado, pero se sabe que es un elemento fotosensible y mancha o decolora los animales de color claro si se aplica en concentraciones mayores de 0.1%.

Se ha descubierto que el aceite de resina de madera prolonga la toxicidad residual de las piretrinas en experimentos efectuados en el laboratorio contra las moscas de establo. Se encontró que es más eficaz en concentraciones de 5 a

10% que en menores concentraciones, y en pruebas combinadas de laboratorio y campo, así como en pruebas de campo efectuadas contra las moscas de cuernos, no resultó más eficaz que una combinación de piretro y butóxido de piperonil. Sin embargo, una combinación de aceite de resina de madera y piretro dio una protección que duró 4 ó 5 días contra varias especies de moscas de caballo, en comparación con la protección de 2 ó 3 días proporcionada por la combinación de piretro-butóxido de piperonil.

Se llama comúnmente aletrina al cinerino de alilo o piretrinas sintéticas. La aletrina es tan tóxica para algunos insectos como las piretrinas, o quizá más.

Sin embargo, la aletrina se considera mucho menos eficaz o menos tóxica que las piretrinas contra las moscas de cuernos, de establo o de caballo, y no mostró efectos repelentes contra esos insectos a las concentraciones empleadas normalmente para las piretrinas.

LAS INVESTIGACIONES SOBRE LA REPRESIÓN DE LAS MOSCAS que atacan al ganado han hecho grandes progresos desde 1945, siendo la mayoría de ellas en la represión de las moscas de cuernos. En 1940, por ejemplo, las medidas de represión empleadas contra ellas consistían en la destrucción de sus larvas en el estiércol y en el empleo de trampas para moscas y rocíos de aceite de piretro contra los adultos. Esos rocíos sólo proporcionaban generalmente unas cuantas horas de protección, pudiendo obtenerse actualmente una protección de casi tres semanas con una aplicación de varios insecticidas diferentes.

En la represión de las moscas de establo y de caballo se han logrado adelantos menos notables que en la de las moscas de cuernos, pero se han mejorado considerablemente las medidas empleadas. Se ha aumentado grandemente la protección proporcionada por el piretro contra esas moscas, desde unas cuantas horas hasta 2 ó 3 días, mediante el uso de sinérgicos, activadores y antioxidantes, que aumentan la toxicidad y duración de la eficacia de las piretrinas.

SE HAN DESARROLLADO GRAN NÚMERO DE SISTEMAS DE LABORATORIO para la evaluación de sustancias como insecticidas y repelentes.

Se llevan a cabo las pruebas de toxicidad de las sustancias contra las moscas que causan mordeduras, exponiéndolas a la acción de depósitos residuales de los insecticidas. Las sustancias se aplican en soluciones, emulsiones o polvos humedecibles a pantallas de vidrio, madera o alambre. En pruebas de rutina, por ejemplo, las piretrinas se prueban a concentraciones de 5 a 25 miligramos por pie cuadrado, y la mayoría de los compuestos orgánicos se prueban a concentraciones de 25 a 200 miligramos por pie cuadrado.

Las moscas se exponen en pequeñas jaulas de alambre de 3.5 de diámetro por 8 pulgadas de altura que se sumergen en las soluciones de los insecticidas que se prueban. Los residuos de insecticidas se prueban sobre vidrio y madera, confinando las moscas en discos Petri colocados sobre las superficies tratadas. Generalmente la exposición se hace por períodos de tiempo relativamente cortos (30 minutos a 2 horas) o por un período continuo de 24 horas, registrándose los efectos y la mortalidad de moscas durante períodos de 24 horas o mayores. Las sustancias se vuelven a probar a intervalos hasta que pierden su toxicidad. Estos métodos permiten precisar con facilidad la toxicidad de los insecticidas en las moscas.

En el laboratorio se emplean ratas blancas como animales de prueba para determinar la toxicidad de los insecticidas para las moscas de establo y de venado. Las ratas se rocían con los insecticidas, generalmente en forma de solución de acetona, y se exponen a los ataques de las moscas hambrientas, registrándose la mortalidad de éstas 24 horas después de su alimentación. Este método permite efectuar pruebas con un pequeño número de insecticidas y el trabajo

puede efectuarse en invierno, cuando no pueden llevarse a cabo pruebas de campo. Cuando esas pruebas preliminares se efectúan con ratas en vez de ganado se obtiene también un ahorro considerable en el costo de las investigaciones.

Las sustancias que resultan prometedoras con esos sistemas se rocían en el ganado, generalmente en uno o dos animales en un principio, dependiendo de lo que se sepa sobre los insecticidas. Para efectuar los experimentos se colocan los animales tratados dentro de grandes jaulas de malla de alambre que tienen 8 por 10 por 7 pies y se sueltan las moscas dentro de ellas. Los animales se prueban a intervalos hasta que el tratamiento pierde su toxicidad para las moscas y las pruebas preliminares contra las moscas de cuernos y de establo en el ganado se hacen en esa forma, manteniéndose colonias de moscas en los laboratorios para ese objeto. En muchas formas, los resultados obtenidos se consideran más precisos que los resultados de campo, en los que las poblaciones de moscas pueden fluctuar considerablemente o desaparecer por completo.

Las sustancias que resultan eficaces se prueban en el campo en un gran número de animales. En las pruebas contra las moscas de cuernos generalmente se rocían los animales con uno o dos cuartillos de la preparación insecticida, y cuando las poblaciones de moscas vuelven a un promedio de 25 moscas por animal, se considera que la sustancia ha fallado o ha perdido su eficacia y los animales vuelven a rociarse de nuevo o se da por terminado el experimento. La toxicidad de los insecticidas bajo condiciones de campo para las moscas de establo, de caballo y de venado se determina por medio de observaciones y colecciones de moscas conforme se alimentan en los animales tratados, y las moscas quedan en observación para precisar si mueren más tarde a consecuencia de su contacto con los insecticidas, durante su alimentación.

GAINES W. EDDY *ha sido entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1942 y está a cargo de las investigaciones sobre las moscas que atacan el ganado en el Laboratorio de la Oficina en Kerrville, Texas.*

Garrapatas, piojos, garrapatas de las ovejas y ácaros

E. F. Knipling

LOS PIOJOS, garrapatas y ácaros molestan y a veces matan los animales y las aves de corral. Estos parásitos externos son comunes en todo el año y disminuyen la producción de carne, leche, huevos, fibras y cueros, pudiendo reprimirse por medio de los nuevos insecticidas. Actualmente ya no hay excusa para permitir que existan algunos de ellos.

LAS GARRAPATAS NECESITAN SANGRE DE UN ANIMAL para subsistir, y varias especies de ellas constituyen plagas de importancia del ganado: la garrapata del ganado, la de la costa del Golfo, la de una estrella, la de las aves de corral y otras. Algunas, como la garrapata del ganado y la de invierno, atacan los animales en la etapa de crisálida y permanecen en ellos hasta que se maduran en dos semanas o más. La garrapata madura cae a la tierra y pone varios miles de huevos que incuban como crisálidas e inician de nuevo el ciclo vital. La garrapa-

ta de la costa del Golfo, la de una estrella y otras pueden alimentarse en varios huéspedes antes de que lleguen a la madurez. La garrapata de la costa del Golfo ataca comúnmente los pájaros y aves silvestres tales como la alondra de pradera y la codorniz en la etapa de crisálida, y en la siguiente, llamada de ninfa, puede atacar de nuevo los pájaros o ciertos animales pequeños tales como ratas y ardillas. La garrapata adulta ataca generalmente los animales más grandes, incluyendo el ganado, las ovejas y los cerdos.

La *garrapata del ganado,* la peor de las que atacan al ganado, ha sido extirpada de los Estados Unidos de Norteamérica, posiblemente con la sola excepción del extremo sur de Texas. Mina el vigor del ganado, y lo que es más importante, transmite la enfermedad conocida como fiebre del ganado o fiebre de Texas. A principios de este siglo los investigadores del Departamento de Agricultura obtuvieron información suficiente sobre la historia vital y represión de este parásito a fin de intentar su total eliminación, y los funcionarios de la Oficina de Industrias Animales, en cooperación con los investigadores estatales, llevaron a cabo su propósito, constituyendo un gran éxito.

La garrapata del ganado y la enfermedad que transmite existen todavía en la América Central y en la América del Sur y en otras partes de los trópicos y causan grandes pérdidas a la industria ganadera.

La eliminación de la garrapata del ganado en nuestro país se consiguió por medio de baños con sustancias arsenicales. Las nuevas sustancias que matan las garrapatas que actualmente existen han resultado más eficaces que los antiguos tratamientos arsenicales. Las nuevas sustancias que describiré después pueden mejorar la industria ganadera y la economía total de la América Central y de la América del Sur, así como la de otras partes del mundo en donde es común la garrapata del ganado.

La *garrapata de la costa del Golfo* ocurre a lo largo del Golfo de México y ataca a todos los animales de granjas, aunque es más grave en el ganado. La garrapata se adhiere generalmente dentro de las orejas de los animales y alrededor de ellas. A veces, en el período comprendido de julio a septiembre, pueden encontrarse hasta 100 garrapatas en un solo animal, y sus mordeduras causan una seria inflamación e hinchazón de las orejas. Las solas molestias causadas por las garrapatas justificarían los esfuerzos para eliminarlas, pero las lesiones que causan al alimentarse producen mayores pérdidas, ya que se pueden infestar con las larvas de las corónidas, una plaga destructora del ganado.

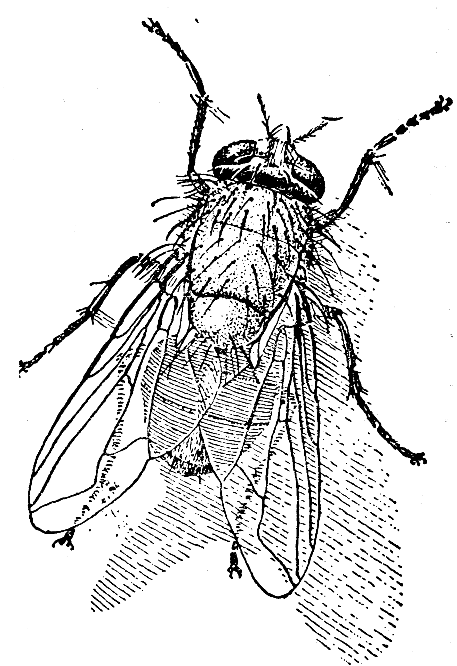
Los rocíos con los nuevos insecticidas proporcionan la represión más eficaz y práctica. Los rocíos que contienen 0.5% de toxafeno destruyen las garrapatas y protegen los animales contra los graves ataques posteriores durante 2 ó 3 semanas. Un rocío compuesto de 0.025% de lindano (o gama del hexacloruro de benzol) y 0.5% de DDT es igualmente eficaz. Esos tratamientos son también eficaces contra las moscas y los piojos. Los rocíos que contienen DDT no se recomiendan para el tratamiento de ganado lechero, porque el DDT aparecerá en la leche, no recomendándose tampoco los rocíos de toxafeno para el mismo ganado a causa de la posible contaminación de la leche.

La *garrapata de una estrella* deriva su nombre del lunar blanco que aparece en la espalda del adulto. Esta garrapata ataca al ganado de todas clases y a muchos animales silvestres, especialmente los venados, pudiendo adherirse a cualquier parte del cuerpo de los animales. Es más abundante en los Estados del Sur y en los Estados de la parte sur del Medio Oeste. Puede reprimirse por medio de los mismos tratamientos empleados contra la garrapata de la costa del Golfo.

La *garrapata de oreja* se adhiere profundamente en las orejas del ganado, caballos, ovejas y cabras. Se reprime por medio de una preparación de 5 partes de hexacloruro de benzol (isómero gama al 12%), 10 partes de xileno y 85 partes de aceite de pino destilado al vapor, que se aplica con una aceitera

común en las orejas de los animales infestados. Los rocíos de toxafeno o lindano con DDT aconsejados para emplearse contra las garrapatas de la costa del Golfo son también útiles contra la garrapata de oreja, debiendo aplicarse dentro y fuera de las orejas y en la cabeza y cuello de los animales. Para evitar daños a las orejas de los animales se recomienda el empleo de equipo de aspersión de baja presión que no dé más de 30 a 50 libras por pulgada cuadrada.

La *garrapata de invierno* es muy común en los Estados del Sudoeste, Medio Oeste y centrales del Norte. Prefiere alimentarse en los caballos pero ataca también el ganado, siendo eficaces para reprimirla los rocíos que he mencionado antes. Un solo tratamiento en el otoño o invierno protegerá a menudo los animales contra ataques posteriores en la estación, pudiendo necesitarse dos tratamientos a intervalos de 6 a 8 semanas si las garrapatas son muy numerosas.



Mosca corónida.

La *garrapata de las gallinas,* llamada también escarabajo azul, es uno de los parásitos más perjudiciales de las aves de corral. Ocurre en algunos Estados del Sur, especialmente en el Sudoeste. El escarabajo azul, de color azul pálido, permanece bien escondido en las hendiduras de los gallineros o incubadores, y si el agricultor sospecha que existen infestaciones, debe examinar cuidadosamente todas las hendiduras, tablas flojas, cajas y otros objetos cercanos a los gallineros.

Como las garrapatas pueden vivir durante meses o años esperando la oportunidad de obtener sangre, es difícil reprimirlas una vez que infestan esos sitios. Pueden emplearse varias sustancias químicas contra ellas, pero el éxito depende de lo completo de su aplicación. No se debe permitir que los pollos y otras aves duerman en los árboles, cobertizos de ganado y otros lugares, como lo hacen con frecuencia si no tienen gallineros apropiados. Los gallineros deben conservarse limpios y tratarse cuidadosa y completamente con rocíos aproximadamente 2 veces al año. Todas las hendiduras, aberturas y otros posibles escondites deben tratarse cuidadosamente, habiéndose empleado con éxito los aceites de creosota y ácido carbólico. Son también eficaces los rocíos que contengan 0.25 a 0.5% de lindano, pero hasta que sepamos más sobre los efectos de esta sustancia en las aves de corral recomiendo que no se use para tratar los pisos o camas en donde éstas, y especialmente los pollitos, tienen que permanecer en estrecho contacto con esa sustancia por algún tiempo. Los rocíos de aceite que contengan de 2.5 a 5% de DDT han dado buenos resultados.

Cualquier animal de granja puede infestarse con una o más especies de piojos. Las moscas, garrapatas y algunas otras plagas pueden atacar animales diversos, pero los piojos de determinada especie sólo viven en una clase de animales o aves de corral. Hay dos tipos de piojos, los que chupan la sangre (piojos succionadores) y los que muerden (piojos que muerden). A veces los piojos son tan numerosos que matan los animales o los debilitan en tal forma que mueren

debido a esa exposición o se vuelven susceptibles a otros parásitos o enfermedades.

Cuatro clases de piojos succionadores y una de piojos que muerden atacan el ganado de nuestro país. Los caballos pueden infestarse con un piojo que succiona la sangre y una o dos especies de piojos que muerden. Dos especies de piojos succionadores y tres o cuatro de piojos que muerden atacan las cabras. Las ovejas pueden sufrir los ataques de dos clases de piojos succionadores y una de piojos que muerden, y por lo menos siete especies diferentes de piojos que muerden infestan las gallinas. Los cerdos sólo están sujetos a los ataques de una especie de piojos succionadores, y el piojo de los cerdos, el más grande de todos ellos, tiene aproximadamente un cuarto de pulgada de largo y casi otro tanto de ancho.

Todos los piojos tienen una historia vital parecida. La hembra adulta deposita sus huevos en el animal, adhiriéndolos al pelo o a las plumas, pudiendo encontrarse piojos y huevos o liendres en cantidades increíbles en los animales gravemente infestados. Los huevos incuban en unos cuantos días a dos semanas, dependiendo hasta cierto punto de la temperatura ambiente, y los piojos tiernos se maduran aproximadamente en dos semanas.

Aunque los piojos infestan en grandes cantidades el ganado y las aves de corral, las investigaciones sobre los métodos para su represión han sido tan eficaces que ya no hay excusa para que los animales de granja estén llenos de esos insectos.

Creo que si todo el ganado, ovejas, cabras, caballos y cerdos se trataran con buenos insecticidas a intervalos aproximados de dos semanas podrían extirparse con éxito todas las especies de piojos de nuestros animales de granja, así como las garrapatas y ácaros de las ovejas. El mismo tratamiento podría extirpar también ciertos ácaros de la sarna de los cerdos y el ganado y tal vez podría eliminarse hasta la mosca de cuernos. Creo también que los ganaderos y sus organizaciones harían bien en considerar seriamente la conveniencia de iniciar un programa coordinado para alcanzar este objetivo tan necesario.

Los rocíos o baños que contengan una libra de cuba o derris (que tengan 5% de rotenona) por cada 100 galones de agua pueden usarse contra los piojos del ganado lechero y de engorda, debiendo aplicarse dos tratamientos con intervalos aproximados de dos semanas. Son también eficaces y pueden usarse contra los piojos del ganado lechero o de engorda los rocíos de piretro que contengan 0.025% de piretrinas y 0.25% de otra sustancia llamada butóxido de piperonil u otras análogas. El metoxiclor, empleado a concentraciones de 0.5 a 1%, es también un excelente rocío que puede emplearse sin riesgo en el ganado lechero o de engorda.

Puede emplearse sin peligro el DDT, TDE, toxafeno y clordano en el ganado de engorda, debiendo usarse el toxafeno y clordano a concentraciones que no excedan de 0.5%. El DDT y el TDE se recomiendan también para emplearse en concentraciones de 0.5%. Algunos ganaderos, sin embargo, pueden preferir el empleo del DDT o TDE en concentraciones de 1 a 1.5%, aplicando menores cantidades de rocío que las requeridas cuando se usa la concentración de 0.5%. Un tratamiento completo con cualquiera de los cuatro insecticidas mencionados o con metoxiclor proporcionará generalmente una represión satisfactoria de los piojos, pero puede ser necesario un segundo tratamiento 14 a 18 días después del primero. En invierno pueden ser preferibles los polvos a los rocíos, especialmente en el ganado lechero, pudiendo emplearse polvos de derris o cuba que contengan 1% de rotenona. Se puede usar también un polvo que contenga 10% de metoxiclor o 1% de lindano, siendo necesarios por lo menos

dos tratamientos completos con polvos a intervalos de 14 a 18 días, a fin de obtener una represión satisfactoria de los piojos.

Los baños con agua que contenga 0.25% de DDT, toxafeno, metoxiclor, TDE o clordano, eliminarán todos los piojos que atacan los animales. El mismo tratamiento librará de piojos a las ovejas, con la sola excepción de que se recomienda una concentración doble contra el piojo de las patas de las ovejas. También son eficaces contra los piojos de las ovejas y las cabras los baños con polvos de derris o cuba que contengan 5% de rotenona, empleados en proporción de una libra para cada 100 galones de agua. En algunas áreas el lindano ha dado también buenos resultados a una concentración de 0.025%, pudiendo ser necesarios dos tratamientos con baños de lindano, o duplicarse la concentración de los baños, especialmente cuando éstos se aplican inmediatamente después de la esquila.

Muchos ganaderos utilizan los rocíos para combatir los piojos de las ovejas y cabras, siendo preferibles los baños, porque aseguran un tratamiento más completo de los animales, que es necesario para eliminar los piojos de las manadas o rebaños. Sin embargo, si se aplican debidamente y si contienen la concentración suficiente de insecticidas, los rocíos darán buenos resultados. Cuando se empleen, se recomienda que se use por lo menos el doble de la concentración recomendada para los baños. Los animales deben rociarse completamente cuando la lana o pelo estén recién cortados, siendo la mejor época para los tratamientos la que sigue inmediatamente a la esquila o unas cuantas semanas después de ella.

El piojo de los cerdos puede reprimirse con baños de DDT o por medio de un tratamiento completo con rocíos de DDT. A menudo se obtiene una extirpación total con baños o rocíos de DDT al 0.5%, pero una concentración de 0.75% será más eficaz para reprimir los parásitos. El toxafeno, clordano, metoxiclor y TDE empleados en forma de rocíos a concentraciones de 0.5% y el lindano a concentraciones de 0.05 a 0.06% dan también excelentes resultados contra el piojo de los cerdos. Un tratamiento completo debe dar excelentes resultados, pero puede necesitarse un segundo tratamiento 14 días después del primero.

El DDT ha dado buenos resultados para combatir los piojos de los caballos, debiendo emplearse en la misma forma que para los piojos del ganado.

La garrapata de las ovejas no es realmente una verdadera garrapata sino una mosca sin alas. Es una plaga común en las ovejas, pero ataca también las cabras de Angora y pasa toda su vida en los animales. La hembra adulta deposita un "huevo" redondo y blanquecino que es en realidad la etapa de reposo o crisálida y que se adhiere ligeramente a la lana, volviéndose de color café oscuro aproximadamente en un día. La garrapata adulta de las ovejas sale en 2 ó 3 días y comienza a succionar la sangre a intervalos regulares, pudiendo reprimirse por medio de insecticidas. Creo que podría eliminarse totalmente la garrapata de las ovejas mediante tratamientos coordinados de todas las ovejas y cabras de Angora. Los baños con polvos de derris o cuba son sumamente eficaces. La pequeña cantidad de 8 onzas de la sustancia que contenga 5% de rotenona, empleada en 100 galones de agua, hace un buen baño. Igualmente buenos son el DDT, toxafeno, clordano, TDE, metoxiclor y lindano empleados, como ya se dijo, para la represión de los piojos en las ovejas y cabras. Si se usan rocíos deben aplicarse en forma completa al doble de la concentra-

ción de los baños, de preferencia inmediatamente después de la esquila o unas cuantas semanas después de ella, cuando la lana está corta.

A MENUDO LAS AVES DE CORRAL SUFREN GRAVES ATAQUES de los piojos, ácaros y pulgas así como de las garrapatas de las gallinas que ya hemos discutido. Las graves infestaciones de piojos pueden disminuir la producción de huevos de las gallinas hasta en un 10%, y un cuidadoso examen de las hendiduras, ranuras y otros escondrijos en los gallineros puede descubrir miles de pequeños objetos rojizos de menos de un veinticincoavo de pulgada de diámetro, siendo su color rojo una prueba de que los ácaros pueden succionar grandes cantidades de sangre en las aves. En los grupos de aves de corral que se han descuidado no es raro encontrar anillos negros alrededor de los ojos de los pollitos tiernos o lunares negros en las barbas y crestas de los pollos y aves maduras. Un examen cuidadoso revelará que esos anillos y lunares son realmente cientos de pulgas negras y brillantes ahítas de sangre. Los pollos pueden albergar cientos de piojos alrededor de la cabeza, plumas de las alas y a veces pueden observarse las plumas del ano pegadas unas a otras por miles de pequeñas liendres o huevos depositados por una de las especies más comunes: el piojo del cuerpo.

Actualmente ya no es necesario que los avicultores toleren las infestaciones de estos parásitos en sus aves.

El tratamiento completo de los gallineros con rocíos que contengan 0.5% de lindano reprimirá generalmente los ácaros. A veces el DDT ha dado buenos resultados si se emplea en emulsiones al 5% o en soluciones aceitosas también al 5%. Se han empleado con éxito los rocíos de creosota y ácido carbólico, aunque a veces causan algunos inconvenientes debido a su olor. Sin embargo, cualquiera que sea la sustancia, debe aplicarse en forma completa. La limpieza adecuada para evitar acumulaciones de excrementos, plumas, paja y otros desperdicios eliminará algunos escondrijos de los insectos y ácaros y hará posibles los tratamientos con insecticidas más eficaces y completos.

La manteca común untada en las cabezas de las aves destruirá las pulgas, pero el fin principal debe ser la limpieza y tratamiento de los sitios infestados con polvos o rocíos de DDT. Se obtendrán buenos resultados si se aplican a las áreas infestadas emulsiones, polvos humedecibles o rocíos aceitosos que contengan de 2.5 a 5% de DDT, en proporción aproximada de 2 galones para cada 1,000 pies cuadrados. Pueden emplearse también rocíos de lindano que contengan 0.5% del insecticida con buenos resultados.

Los piojos de las aves de corral pueden destruirse aplicando una pulgarada de fluoruro de sodio en forma de polvo a varias partes del cuerpo de las gallinas, especialmente la cabeza, espalda, debajo de los lados de las alas y en la región anal. Puede emplearse también polvo de DDT al 5% con buenos resultados. Se puede lograr una buena represión sin molestar las aves aplicando un rocío de lindano al 1% o pintándolos con esa solución por medio de una brocha. El lindano produce vapores suficientes para matar los piojos cuando las aves están en los gallineros, y se ha empleado también en esta forma una pintura con sulfato de nicotina.

E. F. KNIPLING *está a cargo de la división de insectos que afectan al hombre y a los animales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Ha efectuado investigaciones desde 1931 sobre los insectos que atacan al ganado y al hombre.*

Los gusanos espirales

W. G. Bruce

Si los gusanos espirales no se reprimen pueden acabar con manadas o rebaños enteros de ganado, cerdos, ovejas y cabras. El buen manejo del ganado y el rápido tratamiento de todas las infestaciones con un remedio adecuado son las formas de combatir estos parásitos.

Los gusanos espirales se han conocido en Texas aproximadamente desde 1842 y con frecuencia se han propagado en el verano a los Estados vecinos. Ocasionalmente han ocurrido brotes localizados en los Estados del Centro y centrales del Norte, debido principalmente al envío de ganado infestado a esas áreas. Los gusanos espirales se desconocían en los Estados del Sudeste hasta 1933, en que se tuvieron informes de la primera infestación cerca de Boston, Georgia, y para fines de ese año había informes de infestaciones en 30 condados diferentes del sur de Georgia y en 18 ó 20 condados del norte de Florida. Las infestaciones se propagaron rápidamente en Florida, y para principios de 1935 se encontraban gusanos espirales en todos los condados de aquel Estado, sufriendo los ganaderos serias pérdidas en sus manadas o rebaños.

En mayo de 1935 el Departamento de Agricultura y las agencias estatales iniciaron un extenso programa en todos los Estados del Sur encaminado a diseminar información sobre la represión de los gusanos espirales y demostrar los métodos y sustancias adecuados para su tratamiento. Ese programa se suspendió en 1937 cuando se creyó que había llenado su objeto, ya que los casos de infestación de gusanos espirales, todos ellos en Florida y el sur de Texas, disminuyeron a un mínimo.

Ocurrieron después serios brotes de gusanos espirales en Florida, Georgia, Alabama y el sur de South Carolina, ocurriendo brotes también en Mississippi, Tennessee, el norte de South Carolina y North Carolina, aunque menos serios. Se han encontrado también infestaciones en Kentucky, Virginia y New Jersey.

Desde 1943 se han efectuado inspecciones anuales para determinar la incidencia y abundancia relativa de los gusanos espirales y para precisar las cantidades de insecticidas críticos necesarios para su represión, para ayudar a la distribución adecuada de los mismos y aconsejar a los ganaderos sobre los métodos y sustancias adecuadas para su tratamiento y prevención.

La mosca del gusano espiral, de color verde azulado, tiene 3 rayas oscuras en la espalda y el área situada debajo de los ojos y entre ellos es rojiza o anaranjada. En tamaño y coloración la mosca es casi idéntica a una especie de moscas corónidas comunes, que son adultos de otra especie conocida como gusano espiral secundario.

La mosca hembra deposita sus huevos, de 10 a 400 cada vez, en las orillas de las heridas de los animales de sangre caliente, pudiendo una hembra poner hasta 3,000 huevos, que generalmente deposita en masas de 200 a 400 a intervalos de 4 días. Los huevos del gusano espiral se depositan en masas parecidas a ripias y pegados unos a otros. Los huevos de las moscas corónidas comunes se depositan al azar, sin pegarse unos a otros.

Los huevos incuban en 6 a 12 horas y los pequeños gusanos blanquecinos se alimentan en grupos, penetrando en la carne viva, en la cual forman pronto una bolsa. A medida que se desarrollan toman un color rosado. Después de

3 a 10 días los gusanos espirales abandonan la herida, caen a la tierra y penetran en ella, endureciéndose su epidermis exterior para formar una crisálida, de la que la mosca adulta sale de 7 a 14 días más tarde. Durante el tiempo frío la etapa de crisálida puede durar 2 meses. Las moscas pueden acoplarse y poner huevos 2 a 5 días después de que nacen, siendo el ciclo vital promedio de huevo a huevo aproximadamente de 21 días, aunque puede ser más corto bajo condiciones favorables, o considerablemente más largo en condiciones adversas, especialmente en tiempo frío. Si las temperaturas diarias promedias menores a 54° F. perduran por dos meses o más, las crisálidas mueren en la tierra, por lo que el gusano espiral sólo sobrevive al invierno en Florida, al sur de Texas y en México.

En el Sureste, el área de invernada abarca comúnmente la porción peninsular de Florida, cuyo límite noroeste se encuentra aproximadamente 50 millas al sur del lindero de Florida-Georgia. En los inviernos extremadamente benignos, como el de 1949-1950, el gusano espiral ha sobrevivido en Georgia, Alabama, South Carolina y Florida.

En tiempo caliente en primavera y verano las moscas del gusano espiral emigran en proporción aproximada de 35 millas por semana. En el Sureste, las áreas infestadas comunes de verano incluyen todo el Estado de Florida, las dos terceras partes del sur de Georgia y la esquina sureste de Alabama. En el Suroeste la emigración natural comprende comúnmente la mayor parte de Texas, sur de New Mexico, de Arizona y de California. Cuando los inviernos calientes permiten la supervivencia en una área mayor, las frecuentes emigraciones se extenderán en una área proporcionalmente mayor de los Estados del Sur.

En los Estados del Centro y centrales del Norte frecuentemente ocurren infestaciones del gusano espiral, a menudo en proporción de brotes, que no se deben a la emigración natural de las moscas de los gusanos, sino a la importación de ganado infestado. Han ocurrido brotes serios y perjudiciales tan al norte como en South Dakota y New Jersey, consecuencia directa de los envíos de ganado infestado a lugares donde se desconocían y no se podían identificar los gusanos espirales y en donde los ganaderos no estaban preparados para combatirlos.

UN BUEN NÚMERO DE ESCARABAJOS Y HORMIGAS de presa destruyen las larvas y crisálidas de los gusanos espirales pero no los reprimen eficazmente. No se han desarrollado métodos para la propagación de estos insectos benéficos en cantidades suficientes para que puedan utilizarse.

El gusano espiral es un verdadero parásito que sólo subsiste en la carne viva de los animales de sangre caliente. No se encuentra en animales de sangre fría, en la carne en descomposición o en materias vegetales. Los gusanos encontrados en animales de carne fría y en materia orgánica en descomposición son los de las moscas corónidas comunes.

Cualquier animal de sangre caliente puede ser atacado por los gusanos espirales, habiéndose encontrado infestaciones prácticamente en todas las especies de animales salvajes y domésticos, aves de corral, así como en el hombre, aunque ocurren más comúnmente en el ganado, los cerdos, ovejas y cabras.

Se han recibido informes ocasionales de que grandes cantidades de animales salvajes, especialmente los venados, han sido destruidas por los gusanos espirales, pero no se han hecho estudios intensos sobre el asunto y sólo se han comprobado unos cuantos de esos informes. Aparentemente los brotes en la fauna se asocian con la reproducción de grandes cantidades de poblaciones de gusanos espirales en los animales domésticos.

Antes de que un animal pueda infestarse con los gusanos espirales debe sufrir alguna herida en la superficie de su cuerpo, que puede ser la mordedura

de una garrapata, la apertura umbilical de un animal recién nacido, un rasguño, una operación quirúrgica, una cortadura o alguna enfermedad de la piel o membranas mucosas, especialmente alrededor de las aberturas naturales. Las heridas abiertas atraen las hembras de las moscas del gusano espiral, que depositan sus huevos alrededor de ellas, pero los gusanos no pueden penetrar a través de la piel normal de un animal sano.

Una herida infestada se vuelve más atrayente para las moscas y constantemente recibe nuevos depósitos de huevos, lo que hace que se encuentren gusanos espirales de diferentes tamaños y edades en ellas. A medida que las larvas se desarrollan, caen constantemente de la herida a la tierra, en donde se convierten en crisálidas y más tarde en moscas, que producen poblaciones que infestan las nuevas heridas y reinfestan las viejas.

A MENUDO LOS ANIMALES INFESTADOS SE SEPARAN de los rebaños o manadas y se esconden en la vegetación, en los palmares o en algún sitio aislado, volviéndose nerviosos y haciendo esfuerzos desesperados para rascarse o lamerse las heridas infestadas.

La mayoría de las infestaciones no tratadas causa la muerte de los animales, que puede deberse directamente a la destrucción de los tejidos por los gusanos espirales o a complicaciones que siguen a las infestaciones. La mosca del gusano espiral es transportadora de una enfermedad de las articulaciones de las terneras y debe recordarse que una herida se reinfesta continuamente y que las infestaciones antiguas son a menudo más atrayentes que las heridas frescas, así como que las repetidas reinfestaciones significan la muerte del animal. Si la infestación ocurre en la región umbilical la muerte se producirá más rápidamente que si se produce en cualquiera otra parte carnosa y menos vulnerable.

La herida infestada tiene un escurrimiento acuoso o exudado sanguinolento así como mal olor. Si se limpia la descarga sanguinolenta de las heridas con algodón absorbente, se verán los gusanos agrupados en bolsas, quedando expuesta sólo su parte trasera. Las cabezas están enterradas en la carne viva y tienen dos partes bucales semejantes a ganchos que desgarran los tejidos y causan hemorragias. En las heridas grandes que tienen carne en descomposición pueden encontrarse también larvas o moscas corónidas comunes. Las larvas no penetran en la carne, sino que se arrastran en la superficie de la herida.

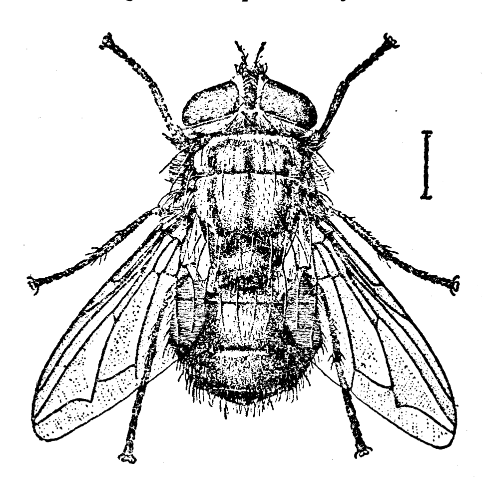
LOS GUSANOS ESPIRALES PUEDEN REPRIMIRSE EN EL GANADO doméstico mediante la debida y oportuna aplicación de remedios que matan los gusanos sin dañar los animales.

El tratamiento indebido de las heridas e infestaciones implica a menudo métodos de represión más costosos o la pérdida de animales. Las creosotas, alquitranes derivados del carbón y otras preparaciones semejantes agravan las heridas al destruir sus tejidos, las agrandan y retrasan su cicatrización, incitando las reinfestaciones, siendo indispensables los esfuerzos cooperativos entre los ganaderos para obtener una represión eficaz. Un ganadero puede hacer una labor eficaz mediante inspecciones frecuentes y tratamientos adecuados de sus animales, pero el trabajo y los materiales costarían mucho menos si todos los miembros de una comunidad hicieran los mismo.

HAY DISPONIBLES VARIOS EXCELENTES REMEDIOS. La sustancia más eficaz para matar los gusanos espirales y proteger las heridas contra reinfestaciones ha sido creada por la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y se conoce con el nombre de "Remedio para los Gusanos Espirales EQ-335". El número representa las concentraciones de los dos principales ingredientes activos;

lindado (3%) y aceite de pino (35%). El EQ-335 no mancha, no es volátil y mata las moscas del gusano espiral que visitan las heridas teratoides. Contiene, en porcentajes por peso: lindano, 3; aceite de pino, 35; aceite mineral, 40-44; emulsificante, 8-12, y arena de sílice expuesta al aire, 8-12.

El EQ-335 se aplica mejor con una brocha de una pulgada y debe procurarse que penetre bien en la herida, dando especial atención a las bolsas profundas. Debe aplicarse una capa todo alrededor de la herida y en las áreas contaminadas con el exudado.



Adulto del gusano espiral.

Las heridas deben tratarse a intervalos de 7 días hasta que cicatricen, pudiendo necesitarse dos tratamientos durante la primera semana en heridas grandes y supuradas. Con frecuencia uno o dos tratamientos protegerán la herida contra infestaciones hasta que cicatrice completamente.

Algunos ganaderos prefieren un remedio líquido contra el gusano espiral. Las preparaciones que contienen un agente espesador proporcionan generalmente un período más prolongado de protección contra los ataques que aquellos líquidos que contienen el mismo porcentaje de lindano. Sin embargo, puede prepararse un remedio líquido omitiendo el agente espesador, la arena de sílice expuesta al aire, que se emplea en el EQ-335, aumentando proporcionalmente el porcentaje de aceite mineral.

Los entomólogos del Departamento han creado también los ungüentos 62 y 82, que han resultado ser remedios muy eficaces contra los gusanos espirales. Deben emplearse cuando no se consiga el nuevo ungüento EQ-335 o cuando haya existencias de los ungüentos antiguos.

El ungüento 62 contiene, en partes por peso: difenilamina (grado técnico), 5; benzol (grado comercial), 3.5; aceite rojo pavo (aceite de castor sulfonatado, pH o neutro), 1; negro de humo, 2.

El ungüento 82 se formuló como sustituto para el ungüento 62 cuando escaseo uno de sus ingredientes, el aceite rojo pavo. Contiene, en partes por peso: difenilamina, 35; bencina (benzol), 32; tritón X-300 (sal de sodio de un sulfato polieter aril alkilatado), 2; alcohol *n*-butil, 10; negro de humo, 21.

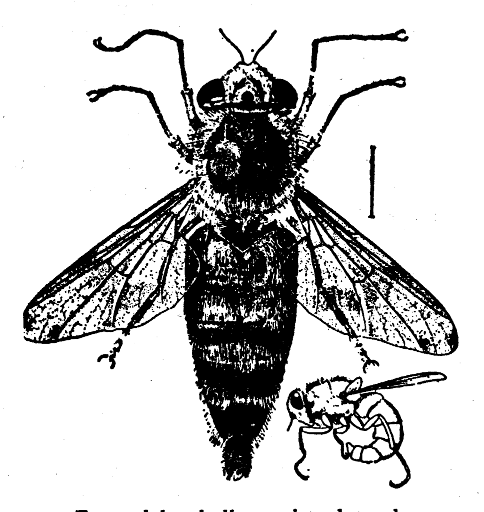
La mayor parte de las infestaciones de los gusanos espirales se deben a daños causados por el hombre o que éste puede evitar. Los ganaderos que conocen perfectamente el gusano espiral y que manejan en debida forma su ganado pueden evitar la mayoría de las infestaciones y disminuir grandemente las pérdidas. El ganadero debe estar especialmente prevenido contra los gusanos espirales cuando los animales han sufrido rozaduras o rasguños, operaciones quirúrgicas, mordeduras de garrapata, cortaduras de tijera, mordeduras de cerdos o perros, daños en las partes bucales de las ovejas y cabras, cortaduras con alambre de púas, verrugas, ojo rojizo u ojo canceroso.

Las rozaduras y rasguños forman un grupo de causas principales que predisponen a la infestación. Los daños pueden deberse a los agudos cuernos del ganado y de las cabras al engancharse unos con otros, a los cardos, espinas u hojas de palma, a los dientes de leche de los lechoncillos y al mal manejo del ganado, que incluye el golpearlo con látigos, palos o trozos de madera o a encerrarlo en corrales y estacadas mal construidos. El forzar el ganado a través

de los portalones y aberturas y el apresurarlo a su paso por terrenos arbolados causa muchos daños, pudiendo evitarse la mayoría de ellos si el ganado se maneja con cuidado, removiendo las orillas ásperas de los portalones y aberturas y quitando los clavos y tablas astilladas de los corrales, estacadas y encierros, evitando el uso de perros guardianes y limando o protegiendo los agudos cuernos del ganado.

Las operaciones de corte de cuernos, marcado, registrado, marcado con hierro, castrado, corte de cola a las ovejas y otras similares deben llevarse a cabo cuando no hay gusanos espirales, o durante el invierno, cuando se vuelven casi inactivos. Si estas recomendaciones no encajan en el programa de manejo, deben tratarse las heridas con un remedio adecuado, manteniendo los animales en pastos de hospital donde puedan examinarse y tratarse hasta que aquéllas hayan cicatrizado.

Todos los animales que nacen durante la estación de gusanos de espiral son susceptibles a infestaciones umbilicales. El control de la reproducción de modo que las terneras nazcan en invierno y la cuidadosa inspección de todos los animales recién nacidos, así como de sus progenitores, eliminará este importante origen de ataques. Este tipo de infestación es el más común entre las progenies de animales domésticos. Todos los animales que nazcan durante la estación de gusanos espirales deben recibir cuidados especiales. Una ligera aplicación de EQ-335 o de los ungüentos 62 y 82 los protegerá contra infestaciones. Al tratar la región umbilical de las terneras recién nacidas es aconsejable atar el cordón umbilical, cortar el sobrante, pintar el cordón con yodo y aplicar el remedio al área que circunda la abertura umbilical. Es también conveniente hacer ligeras aplicaciones del remedio alrededor de la vulva de la madre antes y después del parto. Se recomienda examinar cuidadosamente las partes bucales del ganado, ovejas y cabras, ya que al lamerse las heridas algunas de las larvas se pasan a los hocicos, en donde se adhieren a las encías entre los dientes. Si se examinan los hocicos de las vacas cuyas terneras tienen infestaciones umbilicales se encontrarán con frecuencia los gusanos espirales en sus encías. Los remedios contra el gusano espiral no deben emplearse en los hocicos del ganado, sino que deben removerse los gusanos con un fórceps romo, destruyéndolos luego.



Estro del caballo y vista lateral.

El corte de cuernos debe hacerse cuando las terneras son pequeñas, porque las cavidades de los cuernos cicatrizan más rápidamente, son menos susceptibles a las infestaciones y la operación no estorbará el crecimiento normal. Los agudos cuernos de los animales maduros pueden protegerse en cualquier tiempo sin peligro de infestaciones.

Pueden disminuirse o eliminarse las infestaciones que siguen al castrado mediante el empleo de los emasculadores que no producen efusión de sangre en el ganado, ovejas y cabras, aunque no han tenido éxito en los cerdos. Los cerdos castrados deben mantenerse en corrales pequeños y secos a fin de que no se caigan los remedios cuando los animales chapotean en el lodo y en el agua. Una forma cómoda de hacer frecuentes aplicaciones de los remedios contra los

gusanos espirales en las heridas de los cerdos castrados consiste en el uso de aplicadores de mango largo mientras se alimentan los cerdos.

Pueden evitarse las infestaciones producidas por las marcas y hierros cubriendo las heridas con el remedio hasta que cicatricen.

Son especialmente molestas las mordidas de la garrapata de la costa del Golfo o de la garrapata de oreja que atacan al ganado, las ovejas y las cabras. Los baños o rocíos con algunos de los nuevos insecticidas, tales como 0.5% de toxafeno o una mezcla de 0.5% de DDT y 0.03% de lindano, reprimirán las garrapatas.

Las infestaciones producidas por las cortaduras de tijera pueden evitarse en las ovejas esquilándolas antes de que aparezcan los gusanos, aplicando un remedio adecuado en todas las cortaduras. Las ovejas que sufren muchas cortaduras deben conservarse en pastos especiales de hospital o de conservación y tratarse hasta que cicatricen las heridas. El empleo de equipo de esquila de peines largos en las cabras disminuye grandemente el peligro de las cortaduras de tijera.

Muchas de las infestaciones de gusanos espirales siguen a los daños sufridos por los cerdos al pelear uno con otro, pudiendo los agudos dientes de leche de los lechoncillos dañar las tetas de las hembras. A menudo es necesario extraer los largos colmillos de los cerdos y los dientes de leche de los lechoncillos.

El empleo de perros para capturar cerdos o para juntar el ganado causa muchas mordeduras y las infestaciones subsecuentes, pudiendo evitarse esos daños mediante el manejo del ganado sin emplear perros y la destrucción de los perros vagabundos que atacan las ovejas y las cabras en los pastos. Las infestaciones de los hocicos de las ovejas y cabras se originan principalmente por los daños sufridos al comer tunas, nopales o higueras de la India. Pueden eliminarse esos daños gradualmente extirpando los nopales de las áreas de pasto.

Muchos de los daños y enfermedades que he mencionado no pueden evitarse, pero la protección de las heridas y el rápido tratamiento de las infestaciones evitarán pérdidas graves.

En 1951 se efectuaron pruebas de campo sobre el empleo de la energía radiante contra el gusano espiral. El nuevo método implica la liberación, con una oportunidad que se precisa cuidadosamente, de insectos reproducidos en el laboratorio después de exponerlos a radiaciones que los esterilizan. Una mosca hembra así tratada pone huevos estériles que no incuban, y cuando un macho irradiado se acopla con una hembra normal en el laboratorio, los huevos de la hembra se depositan en la forma acostumbrada pero no incuban. La mosca hembra solamente se acopla una vez, y si ese acoplamiento se efectúa con un macho tratado, no incubará ninguno de los huevos que deposite.

Las pruebas en jaula indican que cuando las cantidades de machos irradiados son 5 ó 10 veces mayores que las de machos normales en una área de acoplamiento, los huevos de la mayoría de las hembras son estériles y sólo hay una reproducción ligera.

Los entomólogos han desarrollado un método de laboratorio para la reproducción en masa de las moscas. Debido al número relativamente pequeño de moscas que sobreviven al invierno en Florida los resultados de las pruebas de jaula indicaron que puede ser práctica la reproducción y liberación de moscas esterilizadas por el tratamiento de esas áreas en cantidades 5 a 10 veces mayores que las de las moscas silvestres. Si los resultados de campo se comparan con los obtenidos en el laboratorio, es posible que la siguiente generación en el campo sea considerablemente menor que el total que sobrevivió al invierno. Se espera que si se continúa la liberación en masa de moscas tratadas durante dos inviernos y el verano intermedio puede obtenerse la total eliminación de ellas en el Sureste.

En los experimentos preliminares que revelaron esta posibilidad se hizo la radiación con rayos X. La Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas

ha hecho arreglos con la Comisión de Energía Atómica para efectuar experimentos con radiaciones atómicas como fuente de rayos esterilizantes que sean igualmente eficaces y que proporcionen tratamientos menos costosos. El personal de investigación de la Compañía General Eléctrica se ha interesado también en el desarrollo de planes para proporcionar radiaciones con rayos catódicos en grupos de prueba de las plagas. El trabajo de laboratorio ha indicado que es necesaria una precisión absoluta en la oportunidad de los tratamientos a fin de que sean eficaces. La etapa de crisálida o de reposo de la plaga dura solamente 8 días y si las crisálidas se irradian a una edad de 2 días los rayos no esterilizan los machos, habiéndose descubierto que el sexto día de esa etapa es el más eficaz.

Los experimentos de laboratorio sugieren la posibilidad de que se efectúe una campaña de extirpación en la forma siguiente: se establecerían laboratorios de reproducción en masa para la producción de millones de insectos cada semana, comenzando a principios del año; se irradiarían los insectos en su sexto día de crisálidas, y al incubarse las moscas se distribuirán sobre las áreas infestadas por medio de aeroplanos; se continuaría la reproducción y distribución durante toda la estación normal de los insectos hasta el invierno siguiente, a menos que los técnicos obtuvieran pruebas convincentes de que se había extirpado la plaga y que la campaña podría darse por terminada.

Las investigaciones originales se efectuaron en el Laboratorio del Departamento en Kerrville, Texas, empleándose el equipo de rayos X de un hospital cercano a San Antonio, efectuándose pruebas de campo en pequeña escala en una isla cercana a la costa oeste de Florida, una "planta piloto" de prueba contra las moscas silvestres, destinada a experimentar el sistema bajo condiciones prácticas y dar a los investigadores experiencia práctica en la reproducción, irradiación y liberación en masa de las moscas tratadas.

El descubrimiento de que los rayos X pueden esterilizar los insectos data de los primeros estudios genéticos sobre las moscas de la fruta, habiéndose notado entonces que una exposición excesiva volvía estériles a las moscas. Los experimentos de Kerrville demostraron que con grandes cantidades de machos irradiados con rayos X los huevos de la mayoría de las hembras de las moscas del gusano espiral nunca incubaban.

W. G. Bruce *es un entomólogo que se unió a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1928. Ha efectuado investigaciones sobre los insectos que atacan a los animales en muchas regiones de Norteamérica. Hizo sus estudios preparatorios y se graduó en el Colegio del Estado de Kansas. En 1935 fue nombrado director de la región sureste de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas con oficinas generales en Gulfport, Mississippi y dirige las funciones reglamentarias, de control y administrativas en Alabama, Arkansas, Florida, Georgia, Luisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina y Tennessee.*

Las larvas del ganado

Ernest W. Laake e Irwin H. Roberts

LAS LARVAS del ganado o moscas de talón se conocen desde tiempo inmemorial y muy pocos de los insectos parásitos que atacan al hombre o a los animales domésticos han merecido mayor atención que ellas de parte de los naturalistas

La introducción de las dos especies de larvas del ganado que conocemos en Norteamérica data indudablemente de la época de la primera importación de ganado europeo. La propagación de una de ellas, que se conoce actualmente como larva común del ganado en los Estados Unidos de Norteamérica, avanzó con el progreso de los pobladores en todas partes del país. La segunda, la larva del norte del ganado, se ha propagado a través de los Estados Orientales, centrales del Norte y del Noroeste y está progresando hacia el Sur, aunque dudamos que pueda invadir los Estados que se encuentran en el extremo sur.

La historia vital de las dos especies es semejante. Los huevos se adhieren firmemente cerca de la base del pelo del huésped.

El adulto de la especie del Norte generalmente pone sus huevos de uno en uno en las patas traseras arriba de los jarretes, en los flancos y en los lados del abdomen y es muy audaz y perjudicial en sus ataques.

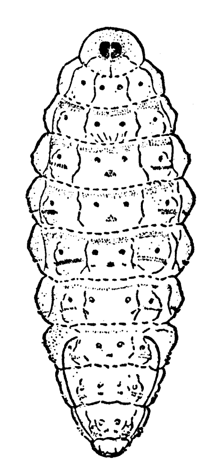
El adulto de la larva común del ganado pone sus huevos en hileras en el talón cuando el animal está de pie o cuando está acostado en cualquier parte de su cuerpo que quede en contacto con la tierra. Sus ataques son subrepticios y a menudo el animal no siente la mosca. Cuando el huevo tiene 4 ó 5 días de edad se abre la cubierta en el extremo libre y sale la primera etapa de la larva del ganado, que se arrastra hacia abajo por el pelo y perfora inmediatamente la piel. Después de emigrar y alimentarse en los tejidos del huésped durante un mes o más, la larva tierna llega al esófago o a las vísceras abdominales en las que permanece aproximadamente durante 6 meses para continuar su desarrollo a expensas del animal huésped. Emigra después a través de los tejidos debajo de la piel hasta la espalda del animal. Las larvas tiernas de la especie del Norte no invaden el esófago ni las vísceras abdominales, sino que emigran a través del canal espinal en su camino hacia la espalda del animal. Las larvas de ambas especies se localizan generalmente a lo largo de la línea media de la espalda entre los hombros y las caderas y luego perforan agujeros en la piel en la parte más escogida del cuero.

Después de abrir agujeros en la piel, la larva pasa a la segunda etapa y se enquista debajo del agujero. En esta etapa las pequeñas protuberancias en la espalda del animal indican la presencia de la segunda etapa de la larva de la mosca de talón, y teniendo amplio acceso tanto al alimento como al aire en esta segunda etapa, la larva crece rápidamente durante 3 semanas más o menos y pasa luego a la tercera o última etapa. Hasta entonces la larva es opaca, y a medida que pasa a la tercera etapa y completa su residencia en la espalda del animal se vuelve de color café oscuro o negro, aproximadamente en 20 días cuando llega a la madurez, y abandona el animal huésped a través del agujero de la piel.

Poco antes de que la larva madura abandone el huésped, se deshidrata parcialmente, disminuyendo considerablemente de tamaño, y agranda al mismo tiempo considerablemente el agujero de la piel del animal. Estos cambios en la larva hacen posible que escape rápida y fácilmente del huésped y la deshidratación

evita que se hiele después de que abandona el cuerpo del animal. La repentina baja de temperatura desde aproximadamente 103° F., temperatura normal del cuerpo del ganado, hasta una temperatura ambiente exterior de 0 o menor, no afecta grandemente la larva. Muy pocos insectos pueden soportar cambios tan drásticos en su medio sin sufrir daño o aun la muerte.

Cuando la larva cae al suelo se arrastra buscando protección bajo cualquier objeto cercano y se convierte en crisálida para su transformación a la etapa adulta.



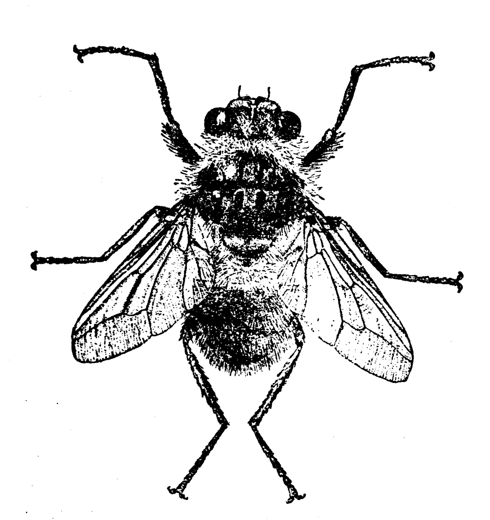
Larva común del ganado.

El período de crisálida puede variar de 16 a 75 días, dependiendo de las temperaturas que prevalezcan. La mosca adulta no se alimenta y su único objeto es la reproducción, siguiendo la puesta de huevos inmediatamente al acoplamiento, que puede ocurrir una hora después de que el adulto abandona la cubierta de la crisálida.

El único método de represión que ha resultado eficaz hasta la fecha en los Estados Unidos de Norteamérica consiste en destruir las larvas mediante la aplicación de larvicidas en la época en que éstas habitan en la espalda de los animales. Este método de tratamiento se ha desarrollado hasta el punto de que es más eficaz que cualquier otro método conocido, siendo probablemente el único práctico y económico bajo nuestro sistema de manejo de ganado en grandes rebaños.

Se han experimentado cientos de sustancias, incluyendo hidrocarbones clorinados, tales como DDT y hexacloruro de benzol, pero la rotenona es el único veneno que se recomienda contra las larvas del ganado. La rotenona se encuentra en las raíces de las plantas de derris y cuba, y cuando esas raíces, que contienen por lo menos 5% de rotenona, se muelen tan finamente que el 90% o más de sus partículas puedan pasar por una criba de 200 mallas, el polvo puede dosificarse de tal manera que pueda aplicarse al ganado infestado en forma de polvo, enjuague, rocío o baño.

El rociado mecánico es el método más rápido para aplicar el polvo en suspensión a los grandes rebaños de ganado. Las aplicaciones de polvos o enjuagues se prefieren comúnmente por los propietarios de pequeños rebaños y las aplicaciones de polvo se adaptan bien para emplearse en climas muy fríos. Si existen tanques apropiados y si hay que tratar grandes rebaños, la rotenona puede aplicarse en forma de baños. Como los rocíos, polvos y enjuagues se aplican solamente a las partes de los animales infestados por las larvas, son más económicos que el tratamiento con baños, aun en caso de grandes rebaños.



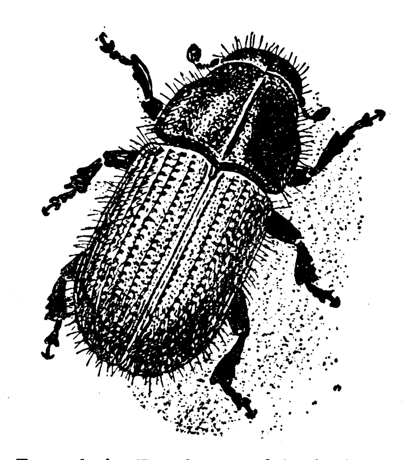
Adulto de la larva común del ganado.

La rotenona debe aplicarse de 30 a 45 días después de la aparición de las primeras larvas en las espaldas del ganado y posteriormente cada 30 ó 40 días durante la estación de larvas. La oportunidad del tratamiento, indepen-

dientemente del método de aplicación, es absolutamente esencial para obtener una represión satisfactoria.

Los intentos aislados para disminuir las infestaciones de las larvas del ganado generalmente no tienen éxito. Si se desea reprimir satisfactoriamente las poblaciones de larvas, es indispensable que los programas se hagan bajo base comunal o regional.

Se ha demostrado una y otra vez el valor de los esfuerzos comunales organizados para la represión de las larvas del ganado. En 1920 las larvas se extirparon casi totalmente en la isla Clare a lo largo de la costa de Irlanda, después de un programa de 5 años que comprendió la destrucción sistemática de las larvas por todos los dueños de ganado que trabajaron conjuntamente. La legislación aprobada en Dinamarca en 1922 obligó a todos los dueños de ganado a que tomaran medidas para la destrucción de las larvas de la mosca de talón en sus rebaños, y después de un período de 3 años, el porcentaje de cueros infestados bajó en Dinamarca de 20.5 a 2.5. En el condado de Prowers, en Colorado, un programa de 6 años organizado en 1928 y que comprendió 22,500 cabezas de ganado diseminadas en 900 millas cuadradas disminuyó el promedio de infestaciones de 35 a 5 por cabeza. Estos programas se llevaron a cabo en su gran mayoría sin emplear sustancias químicas, ya que entonces los ganaderos tenían que extirpar las larvas con los dedos de los quistes en la espalda de los animales, removerlas con pequeños fórceps, o en pruebas limitadas, destruyéndolas por medio de sustancias tóxicas que insertaban en las bolsas individuales de las larvas.



Escarabajo Engelmann del pinabete.

Desde 1932 se han simplificado los programas de represión en los Estados Unidos de Norteamérica y en el Canadá, haciéndose más eficaces mediante el empleo de polvos de raíces de derris y cuba.

En la isla Calumet, del río Ottawa, en Canadá, un programa cooperativo disminuyó las cantidades promedias de larvas del ganado de 16 a 2 por cabeza entre 1933 y 1936.

En el condado de Hughes, South Dakota, un programa voluntario consiguió una disminución de 80% en las larvas entre 1947 y 1950. Las terneras de un año sólo tenían un promedio de 15.5 larvas durante el invierno de 1950 mientras que el ganado que se encontraba fuera de esa área presentaba infestaciones con un promedio de 78 larvas. En este programa, así como en otros similares llevados a cabo en New Mexico y Washington, el empleo de equipo de rocío de alta presión hizo posible el tratamiento rápido y eficaz de grandes rebaños de ganado con un costo muy bajo.

Puede organizarse con éxito un programa comunal en casi cualquier localidad en donde los ganaderos deseen unir sus esfuerzos para efectuar un ataque concentrado contra las larvas. Entre 1944 y 1949 se iniciaron proyectos en South Dakota, Montana, New Mexico, Oklahoma, Colorado, Washington y California. Algunos de ellos fueron patrocinados por agencias federales y otros por diversas estaciones agrícolas experimentales estatales. Varios de esos pro-

gramas contaron con el apoyo de organizaciones tales como la Junta Nacional para la Prevención de Pérdidas de Ganado, asociaciones ganaderas sanitarias estatales y asociaciones de agricultores de los condados.

Cualquier grupo de ganaderos o productores de leche que se interesen en un programa coordinado contra las larvas del ganado deben solicitar la ayuda suministrada por las oficinas de los agentes de los condados, y primeramente deben precisar si las larvas del ganado constituyen un problema económico en la localidad. En algunas secciones las infestaciones son ligeras y esporádicas, y el costo y mano de obra necesarios para una acción comunal serían de dudoso valor.

El primer paso para proyectar un programa de represión de larvas consiste en establecer los límites del área en donde debe efectuarse el trabajo, que no debe ser menor de un municipio o condado en extensión. Un solo municipio, en áreas donde hay concentraciones de ganado lechero o de engorda, puede abarcar 100 propietarios o más y varios miles de cabezas de ganado, constituyendo, por tanto, un proyecto satisfactorio. En aquellas regiones donde la capacidad de alimentación de los campos es baja y no hay más de 300 ó 400 vacas en el municipio, el área que se seleccione debe ser mucho mayor. En cualquier caso, las dimensiones del área son muy importantes. Los vuelos de la mosca de talón se limitan probablemente a 3 millas o menos, pero aun esos movimientos tan limitados son suficientes para permitir que las moscas que proceden de los campos donde pasta el ganado no tratado puedan reinfestar prácticamente todo el ganado de una área pequeña que se encuentre libre de larvas. En áreas mayores las moscas de los pastos circunvecinos no pueden llegar a los rebaños del centro y normalmente reinfestarán sólo el ganado que se encuentre en la periferia del área.



Mosca de sierra del pino, macho y hembra.

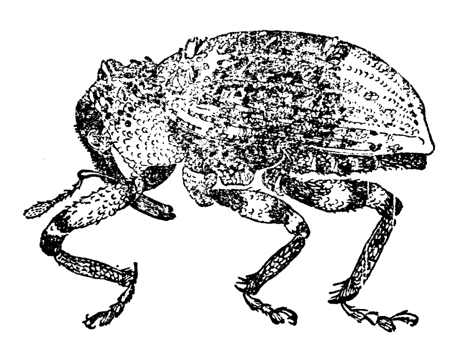
Es también muy importante que el área que se seleccione para la represión de las larvas tenga una forma cuadrada o circular hasta donde sea posible más bien que la de una banda larga y angosta. En este último caso las moscas de los pastos circunvecinos podrían llegar a todas las granjas del área bajo control y reinfestarían rápidamente todo el ganado libre de larvas. Se considera que 4 ó 5 municipios constituyen el tamaño ideal para un proyecto inicial de dimensiones moderadas. Teóricamente no hay límite para el tamaño que pueda alcanzar un programa de esta clase.

Otro factor que hay que considerar es la existencia de barreras naturales que impidan el retorno de las moscas de talón. El lugar ideal para un proyecto de represión es una isla. Aparentemente las moscas de talón no pueden operar sobre grandes superficies, y el ganado libre de larvas que se encuentre en una isla a una milla o más de la costa parece no estar sujeto a reinfestaciones naturales. Al tratar de aproximarse a esas circunstancias ideales se recomienda localizar una área donde halla barreras naturales o extender el área hasta donde existan esas barreras. Los grandes ríos y lagos dificultan la actividad de las moscas de talón, y las montañas, bosques y aun las tierras de cosecha en las que el ganado está ausente son igualmente eficaces. Las carreteras y los derechos de vía de los ferrocarriles son menos satisfactorios, y estos últimos

no tienen ninguna eficacia contra la mosca de talón, aunque en muchos casos pueden servir para delimitar con precisión una área determinada.

Una vez que se han establecido los linderos del distrito debe notificarse a todos los propietarios de ganado lechero o de engorda que es necesaria una cooperación de ciento por ciento y que cualquier animal no tratado que se encuentre dentro del área constituye un receptáculo de infestaciones para los animales tratados. En realidad, si se puede incluir dentro de un programa el 80% del ganado, la empresa puede considerarse aceptable, debiendo informarse a todos los que participen en ella sobre la biología, patología, economía y terapéutica del programa. Debe prepararse un plano o mapa que muestre los linderos, caminos, localización de las granjas y ranchos, nombrándose un comité que coordine todas las actividades.

Los participantes encontrarán que es muy útil la designación de un jefe o grupo administrativo. Si el programa es pequeño, el agente del condado o el instructor agrícola vocacional de la localidad pueden llenar esas funciones. Si se trata de un programa en gran escala, la asociación de agricultores del condado o cualquier grupo semejante puede asumirlas.



El perforador del álamo y del sauce, un picudo cuya extraña coloración se confunde con la corteza de sus árboles huéspedes.

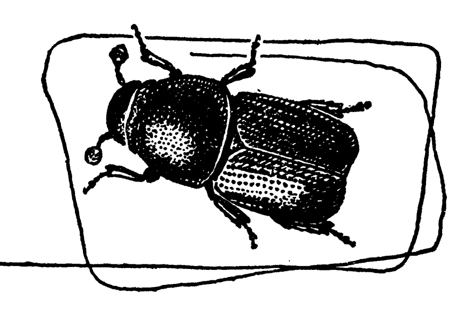
Las obligaciones administrativas son muchas: hay que comprar suficientes insecticidas para el tratamiento de todo el ganado comprendido dentro del proyecto; hay que contar con el equipo de aspersión suficiente para tratar grandes rebaños. Algunos grupos de agricultores han encontrado conveniente la compra de su propio equipo de aspersión y otros han empleado equipos que son propiedad del condado. Otros más han hecho contratos con empresas comerciales para que lleven a cabo el trabajo. Los propietarios de pequeños rebaños que deseen tratar manualmente su ganado deben contar con los medios necesarios para la aplicación de polvos y enjuagues. Cuando se determina el tiempo de aplicación del tratamiento, cada jefe de vecindad o miembro del comité debe estar preparado para vigilar que se coordine el trabajo en todas las granjas y ranchos dentro de su territorio. Deben planearse con anticipación las rutas de las cuadrillas de aspersión a fin de que se emplee un tiempo mínimo en cada granja. Debe avisarse a los agricultores que deseen aplicar insecticidas manualmente cuándo tienen que comenzar sus tratamientos. Puede resultar conveniente que los grupos de pequeños operadores junten su equipo y su trabajo. Generalmente se determinará el trabajo del cuerpo administrativo u organizador por la importancia del proyecto, el interés de los participantes, la extensión de su cooperación, la clase de prácticas de manejo de ganado empleadas, la naturaleza del terreno y el clima.

Como lo dijimos antes, es muy importante el tratamiento del ganado cada 30 ó 40 días durante el período en que las larvas se encuentran en su espalda a fin de destruirlas. Por tanto, deben administrarse de 2 a 4 tratamientos anuales, dependiendo del área o la región, pudiendo necesitarse alrededor de 3 años consecutivos de esfuerzos antes de que pueda apreciarse la eficacia del programa y los resultados del mismo, que pueden traducirse en mejores cueros, mejor carne y más leche.

ERNEST W. LAAKE *es consejero de investigación en entomología de la Oficina de Relaciones Agrícolas Extranjeras y ha radicado en Costa Rica y El Ecuador.*

IRWIN H. ROBERTS *es parasitólogo en la división zoológica de la Oficina de Industrias Animales.*

Las selvas, los árboles y las plagas



Los insectos y la propagación de las enfermedades de los árboles en los bosques

Curtis May y Whiteford L. Baker

Los INSECTOS propagan varias enfermedades importantes de los árboles de los bosques y de sombra y las principales entre ellas son los hongos de mancha azul, el hongo de la enfermedad del olmo holandés y el virus de la necrosis de la floema de los olmos. La relación de los insectos con la propagación de los hongos de mancha azul dio origen en un principio a extensas investigaciones, habiéndose reconocido esa relación desde hace varios años. Recientemente, las grandes pérdidas causadas por las dos enfermedades de los olmos han estimulado una extensa investigación, habiéndose obtenido mucha información nueva sobre los insectos que las propagan, así como sobre su represión. Indudablemente las investigaciones adicionales descubrirán que los insectos son responsables de la propagación de muchas otras enfermedades de los árboles de los bosques y de sombra.

El viento esparce los hongos que causan algunas enfermedades de los árboles de los bosques; por ejemplo, los esporos del hongo que causa el moho de ampolla del pino blanco. Esto ocurre también con el que causa la plaga del castaño, ya que los insectos tienen sólo una mínima parte en su distribución, y cuando más, sólo actúan como transportadores secundarios accidentales al quedar en contacto con los esporos del hongo en un castaño, moviéndose luego a un árbol sano en donde depositan los esporos de sus cuerpos. Es indudable que los esporos de muchos otros hongos parásitos se propagan en esta forma de un árbol a otro y de un lugar a otro mediante los insectos transportadores accidentales. La relación fortuita entre los insectos y el hongo en esos casos no ofrece prácticamente ninguna oportunidad para el establecimiento de medidas de represión por medio de rocíos u otros tratamientos contra los insectos, pero hay hongos y virus que se propagan principal o totalmente por medio de insectos, y la represión de las enfermedades puede depender de encontrar un método satisfactorio de represión de los insectos transportadores. Un ejemplo de esto es la relación de los insectos con la propagación de la enfermedad del olmo holandés y la necrosis de la floema y su represión.

LA ENFERMEDAD DEL OLMO HOLANDÉS SE DEBE AL HONGO *Ceratostomella ulmi.* Los escarabajos de la corteza propagan el hongo de los árboles enfermos

o muertos, o de la madera de olmo o troncos en los que crece, a los árboles sanos o a otros olmos muertos o madera de esos árboles. Si no fuera por esos escarabajos de la corteza, la enfermedad sería relativamente de poca importancia, y en igual forma, si no fuera por la gravedad del hongo, los escarabajos de la corteza en sí tendrían relativamente poca importancia, considerándose así antes de 1930. Sólo después de la introducción de la enfermedad del olmo holandés en los Estados Unidos de Norteamérica a fines de la década de 1920 alcanzaron su importancia actual.

Dos clases de escarabajos de la corteza del olmo son de importancia en la propagación de la enfermedad. Uno, más pequeño, el escarabajo europeo de la corteza del olmo, es de origen europeo, y el otro, el escarabajo nativo de la corteza del olmo, ha existido siempre en nuestro país. La especie europea se introdujo hace 25 ó 30 años antes de que se importara la enfermedad del olmo holandés, y como se reproducía solamente en los olmos próximos a morir o recién muertos o en madera cortada de olmo durante ese intervalo, era sólo de relativa importancia. Sin embargo, cuando el hongo se introdujo también, la combinación de escarabajo y hongo produjo una situación desastrosa. Esta secuela de circunstancias demuestra la importancia de la necesidad de una vigilancia constante para excluir parásitos peligrosos o potencialmente peligrosos.

Se descubrió la forma en que el escarabajo de la corteza del olmo propaga la enfermedad del hongo del olmo holandés mediante las investigaciones de muchos patólogos de plantas y entomólogos de Europa y de nuestro país. Los investigadores de las estaciones agrícolas experimentales estatales, de las divisiones de agricultura, de varios colegios y del Departamento de Agricultura han hecho contribuciones que han ayudado a completar el cuadro.

El hongo que causa la enfermedad del olmo holandés vive en los vasos conductores de agua y células adyacentes del olmo, en el que crece y produce esporos en los vasos. Los esporos son tan pequeños que se transportan rápidamente en la corriente de savia en el tronco, ramas, hojas y raíces, y cuando el hongo queda establecido en el árbol o en partes de un árbol causa el marchitamiento, el amarillamiento y la muerte y caída de las hojas. Los síntomas pueden presentarse en forma repentina o lentamente y pueden abarcar todo el árbol o cualquiera de sus partes. El árbol afectado puede dañarse tan seriamente que muere en unas cuantas semanas o puede languidecer gradualmente durante varios años hasta que al fin sucumbe. Ocasionalmente puede recuperarse un árbol infectado. El hongo puede vivir durante varios años en los árboles vivos y puede también vivir durante uno o dos años en olmos muertos que no hayan sido cortados o en troncos de olmo, en su madera o en las ramas rotas o parcialmente rotas durante las tormentas. Sin la ayuda de los escarabajos de la corteza del olmo, sin embargo, el hongo no tiene ningún otro medio eficaz de llegar a otros olmos, a excepción de los injertos naturales de las raíces de los olmos enfermos en los olmos sanos que se encuentran próximos. Los olmos próximos a morir, las ramas rotas, los troncos recién cortados y la madera pronto quedan invadidos por los escarabajos de la corteza del olmo, que más tarde propagan la enfermedad a los árboles sanos, lo que es una desgracia para aquellos que desean conservarlos.

Los escarabajos penetran en la corteza, en la que las hembras hacen galerías y depositan sus huevos. Cuando salen las larvas tiernas, devoran la corteza interior y hacen canales característicos en ella. Después del período de alimentación se vuelven crisálidas y salen como escarabajos adultos. El hongo puede transportarse a las galerías originales de los huevos hechas por los escarabajos hembras en la corteza o puede encontrarse presente en la madera debajo de ella si el árbol se encontraba infectado previamente. El hongo puede crecer abundantemente en las galerías de los escarabajos y producir grandes cantidades

de esporos. Cuando los escarabajos adultos salen de la corteza pueden quedar bien impregnados tanto exterior como interiormente con los esporos del hongo. Comienzan a alimentarse poco tiempo después de que salen, ya sea en las partes vivas del árbol de donde salieron o después de haber volado a otro árbol, que puede encontrarse cerca o a varias millas de distancia.

El escarabajo adulto se alimenta en las horquillas de las ramas o en el punto de unión de una hoja con la rama, y mientras lo hace, los esporos del hongo pueden caer de sus antenas, partes bucales o cuerpo, depositándose en las heridas de alimentación. Algunos de los esporos, o sólo uno de ellos, pueden comenzar a crecer en las cicatrices de alimentación e infestar el árbol. Sin embargo, esto sólo puede suceder si la herida en que se depositó el esporo llega hasta la madera, ya que en otra forma no pueden ocurrir infecciones. Esta limitación de la capacidad del hongo para causar infecciones completa la necesidad de la ayuda del escarabajo para propagar el parásito de los árboles enfermos a los sanos. Por su parte, el hongo hace al árbol susceptible a la invasión de los escarabajos que ponen huevos.

Los escarabajos pueden depositar sus huevos en los olmos próximos a morir o en la madera de olmo que no ha sido invadida previamente por el hongo de la enfermedad del olmo holandés. Sin embargo, si los escarabajos invasores salieron de un árbol enfermo, pueden llevar con ellos el hongo a esa madera, la que a su vez se convierte en fuente de peligro para los árboles cercanos que están sanos cuando la nueva progenie de escarabajos sale durante la primavera siguiente o más tarde en la misma estación. Por tanto, el escarabajo europeo de la corteza del olmo, que es el más pequeño, no necesita para sobrevivir la presencia del hongo de la enfermedad del olmo holandés, aunque el hongo le ayuda proporcionándole el tipo de madera que necesita para su reproducción. Las tormentas, sequías, ciertas actividades de construcción del hombre y la declinación de los olmos debido a la edad proporcionan madera de olmo adecuada para la reproducción de los escarabajos. Esas solas circunstancias asegurarían la perpetuación de la especie, como ocurrió durante muchos años en Europa, pero con la ayuda adicional del hongo de la enfermedad del olmo holandés para proporcionarles madera adecuada, hay pocos motivos para esperar que el escarabajo pueda extirparse algún día.

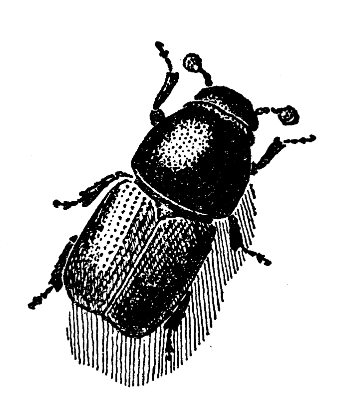
Sin embargo, hay razones suficientes para esperar que pueda controlarse. Sabemos, por ejemplo, que el escarabajo es altamente susceptible a los rocíos de DDT y que sus poblaciones pueden conservarse a un nivel relativamente bajo mediante la remoción sistemática de toda la madera de olmo que pudiera servir de material de reproducción. Los escarabajos no se alimentarán durante semanas o meses en aquellos árboles individuales que hayan sido completamente rociados con la dosis correcta de DDT, y si se remueve de una localidad todo el material de reproducción, la población de escarabajos se limitará a las emigraciones que vuelan del exterior, manteniéndose así a un nivel relativamente bajo. Si se combinan los rocíos recomendados con las medidas sanitarias, es probable que haya pocas pérdidas debidas a la enfermedad. Naturalmente, mientras mayores sean las áreas en que se apliquen medidas sanitarias, mejores serán los resultados que se obtengan.

El escarabajo nativo de la corteza del olmo puede propagar también el hongo de la enfermedad del olmo holandés. Su historia vital difiere de la de la especie europea y ha sido un transportador menos eficaz que el anterior en los Estados Unidos de Norteamérica. El escarabajo nativo inverna en su mayoría como adulto en la corteza de los olmos sanos, aunque en ocasiones lo hace en la etapa de larva. Un adulto puede transportar el hongo de la enfermedad del olmo holandés a la cámara donde inverna, en la que el hongo sobrevivirá hasta la primavera siguiente. Antes de salir a principios de la primavera, el escarabajo

se alimenta por un corto espacio de tiempo en la corteza interior y puede entonces entrar en contacto con la madera que se encuentra bajo la cámara donde invernó. El hongo invade los olmos en esos puntos de contacto, pero a menudo ocurren tan temprano en la primavera que el crecimiento de madera nueva en los árboles no se ha iniciado todavía ni se han formado los nuevos vasos conductores de agua. Cuando se inicia el nuevo crecimiento, por tanto, el daño queda sepultado juntamente con los esporos que pudieran existir, y como el hongo tiene poca fuerza para atravesar las paredes de las células, pueden ocurrir muy pocas infecciones.

Este escarabajo no ha sido un importante transportador de la enfermedad en los Estados Unidos de Norteamérica. Sin embargo, su hábito de invernar en los olmos sanos hace imposible poder eliminarlo como fuente de transmisión de la enfermedad en una área sin eliminar al mismo tiempo todos los olmos que tengan troncos de más de una pulgada de diámetro. Sin embargo, el escarabajo puede reprimirse mediante los mismos programas de rocío recomendados contra la especie europea.

En Canadá el escarabajo nativo de la corteza del olmo parece tener gran importancia como propagador del hongo de la enfermedad del olmo holandés, sin que tengamos una explicación satisfactoria de esa diferencia en importancia como propagador en los dos países. Se sospecha que la historia estacional del escarabajo esté más estrechamente sincronizada en aquel país con el desarrollo de los vasos conductores de agua de los olmos en primavera. En nuestras regiones más al Norte y más frías, por tanto, puede ser un transportador más eficaz que más hacia el Sur, sin que sepamos que pueda ser tan eficaz el escarabajo europeo más pequeño de la corteza del olmo en las regiones más al Norte, porque recientemente ha invadido esos territorios.



Escarabajo de la corteza.

Así, pues, salta a la vista la importancia de la madera de olmo muerta o próxima a morir y de los hábitos de reproducción e invernada de los escarabajos en relación con la propagación del hongo de la enfermedad del olmo holandés, lo que hace sumamente importante la destrucción de la mayor cantidad posible de material infectado por los escarabajos en cualquier programa organizado para reprimir la enfermedad.

Como conclusión en relación con el papel de los insectos en la propagación de la enfermedad del olmo holandés podría hacerse hincapié en que no hay una relación obligatoria entre las dos especies de escarabajos y el hongo que distribuyen. Ambas especies pueden sobrevivir sin el hongo, pero le son complementarias en sus actividades y juntos forman una coalición formidable que está causando pérdidas tremendas en los olmos. La destrucción causada por la enfermedad del olmo holandés es en sí bastante grave; pero, desgraciadamente, ha empeorado en el Medio Oeste con la destrucción de cientos de miles de olmos debida a otra enfermedad que se conoce como necrosis de la floema, que se debe a un virus y se propaga por otra clase diferente de insectos.

El virus que causa la necrosis de la floema del olmo no puede transmitirse por medios mecánicos y los árboles infectados no pueden inocularse con el virus, moliendo, extrayendo o macerando tejidos infectados e inyectándolos o frotándolos en ellos. Sin embargo, el virus puede transmitirse experimental-

mente en un árbol sano injertando en él pequeños trozos de corteza de un árbol infectado con el virus. Éste no parece existir fuera de las células vivas, excepto cuando se encuentra en el cuerpo de un saltamontes de la hoja del olmo.

Una clase de saltamontes de la hoja del olmo, *Scaphoideus luteolus,* puede transmitir el virus de la enfermedad de los árboles enfermos a los sanos. Sólo se necesitó un corto período de intensas investigaciones de los entomólogos y patólogos de plantas para obtener la prueba del papel del saltamontes en la transmisión del virus.

El saltamontes inverna como huevo en la corteza de los olmos y esos huevos se depositan a fines del verano, incubando en la primavera siguiente alrededor del 1º de mayo en la latitud de Columbus, Ohío. Las crisálidas tiernas se arrastran inmediatamente hasta las hojas de los olmos, en las que se alimentan en sus venas, y durante toda la etapa de crisálidas continúan alimentándose del jugo de los olmos. Los insectos en desarrollo hunden su trompa en el tejido de la floema de la corteza suave y de las venas de las hojas, succionando los jugos de la planta. Como adulto, el insecto se alimenta también en el olmo, y si esa alimentación ocurre en un olmo infectado con la necrosis de la floema el insecto puede transmitir la infección sin que el virus parezca afectarlo.

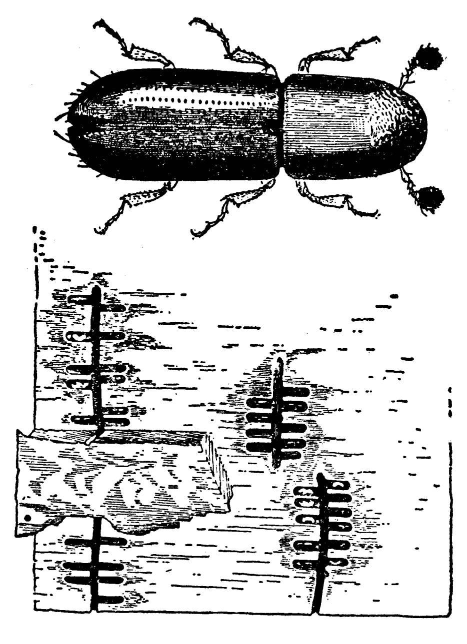
El saltamontes adulto, que vuela a la perfección, puede moverse de un olmo a otro y alimentarse por largos períodos de tiempo durante el verano. El virus se transfiere a los árboles sanos durante este proceso y en poco tiempo se mueve del punto de inyección por el insecto a otras plantas del árbol, de donde puede ser recogido por otro saltamontes al alimentarse.

Hasta donde sabemos ahora, el virus no sobrevive al invierno en los huevos del saltamontes y, por tanto, debe sobrevivir de un año para otro en los olmos enfermos que se infectan lo suficientemente tarde en la estación para que no mueran a consecuencia de la enfermedad antes del invierno. Los árboles que albergan el virus durante el invierno producen un follaje debilitado en primavera y mueren poco tiempo después. Sin embargo, no mueren tan rápidamente como sería necesario para evitar que los saltamontes recién incubados se alimenten en ellos y se vuelvan infecciosos. La relación entre el saltamontes de las hojas y la enfermedad de virus es mucho más restringida que la que existe entre el hongo de la enfermedad del olmo holandés y el escarabajo de la corteza que lo transmite de un árbol a otro. De hecho, parece probable que sin el saltamontes de la hoja que lo propaga, el virus que causa la necrosis de la floema pronto dejaría de existir.

Este saltamontes de la hoja puede reprimirse rociando los olmos con DDT siempre que se cubran completamente todas las superficies de las hojas. Se necesitan dos aplicaciones de rocíos, la primera cuando las hojas del olmo alcanzan su total madurez y la segunda de uno a dos meses más tarde. Puede aplicarse el rocío con equipo hidráulico o con bombas rociadoras. Con equipo hidráulico se necesita una emulsión de rocío de DDT al 1% y con bombas rociadoras es necesario emplear una emulsión de DDT al 6%.

En ciertas regiones del Medio Oeste ocurren tanto la necrosis de la floema como la enfermedad del olmo holandés, y en esas áreas puede necesitarse la represión de los insectos vectores de ambas enfermedades al mismo tiempo. Esto puede hacerse tratando completamente los troncos y las superficies de las hojas de los olmos con DDT, recomendándose un total de 3 aplicaciones separadas de rocíos. La primera debe hacerse a principios de la primavera, antes de que aparezcan las hojas de los olmos, y debe consistir en una emulsión de DDT al 2% si se emplea equipo hidráulico y de una emulsión al 12.5% si se emplean bombas rociadoras. La segunda y tercera aplicaciones se hacen a las mismas dosis y en la misma época recomendada para la sola represión del vector de la necrosis de la floema.

El papel de la escama de la haya en la propagación de la enfermedad del nectria que la haya representa una diferente clase de relación entre los insectos y las enfermedades de los árboles de los bosques. El insecto de escama aparentemente llegó a los Estados Unidos de Norteamérica procedente de Europa a través del Canadá, y actualmente se encuentra bastante extendido en los Estados del Noreste. Forma colonias en la parte baja de los troncos de las hayas, especialmente en los árboles que crecen en lugares frescos y sombreados. Las colonias son pequeñas en un principio, pero aumentan y se extienden a nuevos lugares en el tronco de los árboles en unas cuantas estaciones. La escama introduce su trompa en la corteza y succiona los jugos de la planta, lo que produce muchos miles de pequeñas perforaciones en la corteza de las hayas infectadas. Las heridas parecen ser los puntos de entrada a través de los cuales el hongo de la gangrena de la corteza de la haya, *Nectria coccinea,* variedad *faginata,* invade los árboles. Sin esas heridas el hongo no podría invadir la corteza, y una vez que ha tenido acceso a través de ellas, mata rápidamente el área de la corteza ocupada previamente por la escama y produce una gran abundancia de esporos en la corteza dañada, que probablemente los vientos esparcen extensamente. A menudo pueden observarse desde cierta distancia las estructuras de color rojo vivo que contienen los esporos en la superficie de la corteza.



El decolorador del abeto americano del Oeste es un escarabajo muy pequeño que construye celdas individuales en la madera de los árboles para criar sus progenies.

La escama de la haya y la enfermedad del nectria pueden reprimirse con rocíos de cal-azufre para eliminar la escama de los árboles infectados. Ese método directo no es práctico en los bosques, aunque puede emplearse para proteger los árboles de ornato en los parques. Por tanto, en los bosques donde el rociado no es práctico no hay todavía un método eficaz para reprimir la enfermedad.

Los insectos son también responsables de la propagación de los hongos destructores que causan las manchas azules en los árboles coníferos, sus troncos y madera. Las manchas no debilitan la madera, pero a menudo causan una disminución en el valor de los artículos hechos con ella.

La relación de los insectos a la propagación de los hongos de la mancha azul se asemeja a la de la enfermedad del olmo holandés, pudiendo deberse esto a que los hongos que causan esa enfermedad están estrechamente relacionados con los de la mancha azul. Además, como ocurre con el hongo de la enfermedad del olmo holandés, los insectos que propagan los hongos de la mancha azul de un árbol a otro son escarabajos de la corteza. Los hábitos de este grupo de escarabajos los hacen muy eficaces para transportar los esporos de los hongos de un árbol y colocarlos en otro.

Las progenies de los escarabajos de la corteza se desarrollan entre la corteza y la madera, lo que se debe a que los escarabajos adultos salen de un árbol y buscan otro, se paran en él y penetran a través de la corteza, donde perforan

túneles y ponen sus huevos, llevando así los hongos con ellos dentro de la corteza. Una vez que los hongos quedan implantados en la corteza, comienzan a crecer y producen esporos en los túneles y cámaras ocupadas por los insectos en desarrollo, y cuando los escarabajos completan ese desarrollo, perforan la corteza cargados con los hongos tanto en su exterior como en su interior y buscan nuevos árboles que atacar, iniciando de nuevo el ciclo.

No todos los árboles de un plantío quedan atacados en igual forma por los escarabajos de la corteza, sin que sepamos la razón. Sabemos que los árboles dañados por el fuego quedan gravemente infectados y que los árboles debilitados por la sequía y la podre de la raíz son más o menos susceptibles a esos ataques que lo son los árboles vigorosos.

En los troncos y madera, la participación de los escarabajos en la propagación de los hongos de la mancha azul es menor, debiéndose esto a que el viento y la lluvia desalojan con facilidad los esporos de los hongos de la superficie de la madera, en donde se producen en abundancia, esparciéndolos completamente. Pueden evitarse los daños a los troncos y a la madera mediante la aplicación de rocíos con sustancias químicas, y cuando el valor de la madera es alto, pueden compensarse las pérdidas en los árboles vivos mediante el aprovechamiento y venta de la madera manchada.

LOS INSECTOS PROPAGAN TAMBIÉN OTRAS ENFERMEDADES de los árboles de los bosques. J. G. Leach y sus colaboradores de la Universidad de Minnesota han demostrado que existe una relación bien definida entre la cantidad y rapidez de la descomposición de los troncos del pino de Noruega y la extensión a la que penetran en ellos dos insectos perforadores de la madera.

El hongo que causa el marchitamiento del dióspiro se ha aislado de la madera inmediatamente adyacente a las heridas causadas por la alimentación de insectos en árboles que por lo demás están sanos, indicando que cierta propagación de este hongo transportado por el viento a los árboles sanos está relacionada con la abundancia de las heridas causadas por esos insectos. El perforador del álamo y del sauce transmite una enfermedad vascular del sauce causada por la bacteria *Pseudomonas saliciperda*. Los escarabajos se contaminan con la bacteria al alimentarse en los sauces infectados, y cuando vuelan a los árboles sanos y continúan su alimentación en ellos ocurre la transmisión de la enfermedad.

En los árboles muertos o próximos a morir de varias especies de coníferas destruidas por los escarabajos de la corteza es muy común el hongo *Polyporus volvatus*, que causa la descomposición de la madera de savia y probablemente se introduce en los árboles por medio de los escarabajos.

La forma en que ocurre el marchitamiento del roble sugiere que el hongo que lo causa puede transmitirse de un árbol a otro por los insectos, pero faltan los experimentos que lo comprueben.

CURTIS MAY *es uno de los patólogos principales de la división de patología forestal de la Oficina de Industria de Plantas, Tierras e Ingeniería Agrícola. Ha estado encargado de las investigaciones sobre las enfermedades de los árboles forestales y de sombra durante más de 25 años. Se graduó en la Universidad del Estado de Ohío y formó parte del personal de la Estación Agrícola Experimental de dicha ciudad antes de que se uniera al Departamento de Agricultura en 1933.*

WHITEFORD L. BAKER *es subjefe de la división de investigaciones sobre insectos forestales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en el Colegio Agrícola de Clemson en 1927, y después de hacer estudios postgraduados en la Universidad de Minnesota se unió al Departamento de Agricultura en 1929.*

El gusano del botón del pinabete

R. C. Brown

El gusano del botón del pinabete ha destruido miles de millas cuadradas de bosques de coníferas en los Estados Unidos de Norteamérica y en el Canadá. un artículo en *Árboles, el* "Anuario de Agricultura" de 1949, mencionó uno de esos brotes en Canadá e hizo hincapié en la importancia del cuidado adecuado de los bosques como una forma de disminuir los daños que el gusano del botón inflige en ellos.

Desde entonces la infestación se ha propagado hacia el Este en una gran área de Quebec y la mortalidad de árboles ha aumentado grandemente en esa región, siendo evidente la notoria defoliación de los abetos de bálsamo y de los pinabetes en un cuarto de millón de acres al norte de Maine. En New Brunswick han aparecido áreas gravemente defoliadas que cubren aproximadamente 1.5 millones de acres, y casi 3 millones de acres de abetos Douglas han quedado gravemente defoliados en el este de Oregón desde 1945, habiendo ocurrido serios brotes al sur de Mount Hood y cerca de Eugene. Se han iniciado serios brotes en Montana, y en 1949, 1950 y 1951 se rociaron con DDT desde aeroplanos casi 2.5 millones de acres de abetos Douglas en Oregón en un esfuerzo para evitar la destrucción de los bosques.

La amenaza del gusano del botón del pinabete para las industrias madereras, de papel y de pulpa de madera; la devastación causada en nuestro país y en Canadá, y el peligro de daños mucho mayores, han hecho que el Departamento de Agricultura lleve a cabo los mayores esfuerzos para combatirlo. El Departamento y las agencias estatales y particulares han efectuado inspecciones para descubrir y hacer un cálculo de esos brotes. Cuando la defoliación es lo suficientemente grave para hacer que mueran los árboles, se toman medidas para aplicar DDT a fin de destruir los gusanos que se alimentan en ellos. Los guardias forestales y los entomólogos están exigiendo de los dueños de bosques que efectúen operaciones de corte destinadas a disminuir el impacto de las defoliaciones causadas por el gusano del botón del pinabete en las áreas amenazadas y se están llevando a cabo investigaciones sobre casi todas las fases del problema.

El gusano del botón del pinabete ha constituido un problema para los dueños de bosques, guardias forestales y entomólogos desde hace 40 años. A principios de la década de 1920 se efectuó una investigación por J. M. Swaine y F. C. Craighead en el este de Canadá, que fue primordialmente un estudio de las condiciones existentes después de los brotes, porque en la década precedente había ocurrido ya una grave defoliación, pero esto no disminuyó el valor de esos estudios, ya que permitieron un cálculo de los daños bajo una gran variedad de condiciones en los bosques y descubrieron los plantíos que habían resistido mejor a las devastaciones, suministrando información sobre el cuidado de los bosques a fin de disminuir los daños causados por el gusano del botón. Esos resultados han quedado confirmados por las investigaciones posteriores efectuadas en Canadá, y las observaciones llevadas a cabo en Ontario y Quebec han demostrado, por ejemplo, que han ocurrido daños graves en los bosques donde

el abeto de bálsamo es la especie predominante y que los plantíos exclusivos de pinabete negro casi no sufrieron daños, mientras que los pinabetes blancos han quedado seriamente dañados. Sin embargo, el pinabete blanco tiene relativamente poca importancia como componente de los bosques de abetos y pinabetes de los Estados del Noreste.

Esos estudios han constituido la base para la recomendación de tres prácticas generales para el cuidado de los plantíos de pinabetes y abetos: el aclarar por medio de cortes los plantíos de abetos de bálsamo excesivamente maduros y también los maduros, el manejar los plantíos de abetos de bálsamo a base de una rotación corta y el tratar de aumentar la proporción de pinabetes negros y rojos en esos plantíos.

Los estudios efectuados por S. A. Graham y L. W. Orr a fines de la década de 1930 sobre los aspectos silvícolas del problema confirmaron los descubrimientos de Swaine y Craighead y dieron aún más apoyo a los métodos de manejo que ya he descrito. Esas investigaciones añadieron otra sugestión importante: "Limitar el tamaño de las parcelas individuales de tipos susceptibles al tamaño mínimo que pueda manejarse económicamente como unidad, ya sea mediante operaciones de cultivo o madereras, a fin de separarlas unas de otras por medio de tipos inmunes, o con plantíos que no se vuelvan susceptibles sino en época posterior."

El actual brote en Canadá, que alcanzó proporciones epidémicas en Ontario en 1935, hizo que el Departamento de Agricultura del Dominio iniciara un programa de investigaciones, y con el apoyo de las industrias de papel y de pulpa se han construido laboratorios modernos en los que se están llevando a cabo trabajos fundamentales de investigación sobre el gusano del botón del pinabete, efectuándose estudios de campo en grandes áreas de los bosques canadienses.

En 1944 las infestaciones de los gusanos del botón en Ontario y Quebec cubrían alrededor de 125 millones de acres y se había destruido una cantidad incalculable de madera. Esto y el recuerdo de un brote anterior en Maine hizo que los dueños de bosques madereros en los Estados del Noreste solicitaran fondos del Congreso para estudiar los métodos de combatir la plaga. En 1944 se proporcionaron fondos a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y al Servicio Forestal, pudiendo encontrarse entonces sólo unos cuantos ejemplares del insecto en la Nueva Inglaterra, haciéndose planes para iniciar los estudios en 1945 en Quebec, en colaboración con los entomólogos del Dominio. En ese año se descubrió una infestación en los montes Adirondacks, de New York, y se hicieron estudios de campo en esa región hasta 1948, en que disminuyó la infestación. Mientras tanto, en el norte de Maine ocurría un aumento en las poblaciones de gusanos del botón y las investigaciones de campo se transfirieron a aquel Estado.

El programa de investigación en el Noroeste ha abarcado los siguientes proyectos: El desarrollo de técnicas de inspección, las investigaciones sobre la represión biológica y natural, la aplicación de informaciones biológicas a las prácticas de silvicultura, la represión del insecto mediante aplicaciones de insecticidas desde aeroplanos y el efecto de las aplicaciones de DDT en los peces y la fauna.

Uno de los primeros problemas consistía en el desarrollo de un método para calcular las cantidades de insectos a fin de poder evaluar el efecto de los factores de represión natural y poder apreciar el grado de represión obtenido por medio de aplicaciones de insecticidas. Las primeras investigaciones demostraron la futilidad de intentar obtener registros de las poblaciones de insectos en todo un árbol debido a su pequeñez en las etapas iniciales, a su hábito de esconderse al alimentarse y al trabajo y tiempo requeridos para examinar grandes cantidades de follaje. Como sólo podía exhibirse una pequeña porción del follaje de

cada árbol se adoptó como unidad de muestreo una rama de quince pulgadas. Esa muestra podía emplearse para obtener registros de población de larvas en todas sus etapas de desarrollo, así como para crisálidas y masas de huevos del insecto, y aunque no daba una cifra que correspondiera al número total de gusanos del botón en un árbol o en una área, era útil para comparar densidades de población entre un lugar y otro o de un año para otro, pudiendo apreciarse también las reducciones de población de una etapa a otra en una sola generación.

Las ramas de 15 pulgadas, cortadas por medio de un podador de extensión a una altura aproximada de 20 pies sobre la tierra, dieron una medida aceptable de las poblaciones de botón cuando se muestreó una cantidad representativa de árboles, y al efectuar inspecciones para determinar las tendencias de población se adoptaron 5 ramas de 15 pulgadas tomadas de 5 árboles distintos en una estación de muestreo como procedimiento normal para medir las poblaciones de larvas, crisálidas y masas de huevos, registrándose también los porcentajes de defoliación.

Gran parte de la región de abetos y pinabetes de Maine no tiene acceso por carreteras o ríos navegables y las inspecciones aéreas han sido de gran valor para descubrir defoliaciones. El hidroplano Cessna 195, un monoplano de 5 asientos de ala alta, sin soportes que obstruyan la visión, es excelente para este trabajo de inspección. Volando a una velocidad promedia de 95 millas por hora y a una altura constante de 200 pies sobre el suelo, un observador puede descubrir defoliaciones mayores de 20%.

Siguiendo líneas de vuelo establecidas previamente en un plano y empleando un registrador de funcionamiento, se puede obtener un registro permanente de las defoliaciones. Los registros de las líneas individuales de vuelo pueden transferirse luego a un mapa en la misma forma que se hace un mapa tipo para una inspección maderera. Ese sistema hace posible efectuar inspecciones aéreas anualmente a lo largo de las mismas líneas de vuelo, obteniendo así información precisa sobre los progresos de la infestación. En áreas en que las inspecciones habían indicado previamente la presencia de una infestación del gusano del botón las líneas de vuelo se espaciaban a 3 millas de distancia, y cuando los observadores no descubrían ya defoliaciones a lo largo de una línea, la distancia entre éstas se aumentaba a 6 millas. Si aun así no se encontraban defoliaciones, se aumentaba la distancia a 10 millas. Las verificaciones de campo hechas en varios puntos demostraron que los registros de defoliación obtenidos por medio de inspecciones aéreas eran sorprendentemente precisos.

Se ha dado gran importancia a los estudios sobre la biología y represión natural del gusano del botón. Esos estudios han suministrado información sobre el desarrollo estacional del insecto y las plantas en que prefiere alimentarse y han indicado que las larvas prefieren el follaje del abeto de bálsamo y se desarrollan con facilidad en el crecimiento viejo y actual. Cuando las larvas terminan de invernar, minan primero las agujas más viejas y luego penetran a los botones que comienzan a abrirse tan pronto como se inicia el crecimiento. Las larvas se desarrollan con facilidad en el follaje nuevo de los pinabetes rojos y negros, pero la supervivencia es baja en el follaje viejo de esas especies. Los botones de los pinabetes rojos y negros se abren más tarde que los del abeto de bálsamo y, por tanto, esos pinabetes son menos favoritos como alimento que el abeto de bálsamo. Esa información fundamental sobre la biología y hábitos de alimentación del gusano del botón es la base para la preparación de métodos para su represión silvícola.

Se ha hecho también hincapié sobre los efectos de los factores naturales de represión, especialmente la evaluación de los efectos de represión de los

parásitos de los huevos, larvas y crisálidas, las enfermedades de las larvas y crisálidas, las bajas causadas por los pájaros y la mortalidad durante el invierno.

En 1946 se establecieron en los montes Adirondacks 11 parcelas de un cuarto de acre que representaban diferentes tipos forestales, a fin de obtener información sobre el grado de parasitización del gusano del botón del pinabete. En cada punto se hicieron recolecciones de huevos, larvas que invernaban, larvas pequeñas en los botones, larvas adultas y crisálidas, que se sometieron a disección o se reprodujeron para determinar el porcentaje de parasitización. El porcentaje total de todas las parcelas aumentó de 62 en 1946 a 72 en 1947 y a 75 en 1948.

Se conocen 61 especies de parásitos del gusano del botón del pinabete, pero en la región de los Adirondacks se encontró que sólo unas 12 de ellas eran importantes. Aparentemente, las enfermedades tenían parte insignificante en la represión de los gusanos, y la mortalidad ocurrida entre la etapa de incubación de huevos a fines del verano y la época en que las pequeñas larvas comenzaban a minar las agujas en primavera causó pérdidas de 76% en 1947 y 80% en 1947-1948. No se obtuvo ninguna medida cuantitativa de los efectos de los pájaros en la represión de los gusanos, pero los entomólogos creen que la enorme reducción en las poblaciones durante el período tardío de larvas y crisálidas en 1947 puede atribuirse en gran parte a ellos. Eso fue posible porque entonces hubo pájaros suficientes en la región para eliminar casi por completo los gusanos del botón del pinabete que quedaron después de haber sido atacados por los demás factores naturales.

La infestación que apareció en 1945, y que amenazaba convertirse en grave brote en 1946, quedó bajo control en 1948, siendo responsables de ello los factores naturales, ya que la composición y características de los bosques en la región de los Adirondacks eran especialmente favorables para los enemigos naturales del gusano del botón del pinabete. Los plantíos de pinabetes y abetos en esa área son relativamente pequeños y están mezclados con maderas duras, en contraste con las regiones más al Norte, en donde existen grandes áreas con inuas de pinabetes y abetos en las que han ocurrido devastadores brotes.

Los estudios efectuados en Maine han indicado que todas las especies de parásitos reproducidos en los Adirondacks existen también allá. La mortalidad combinada producida por la parasitización y por el invierno es casi tan alta como en los Adirondacks, siendo también los pájaros enemigos importantes de los gusanos en Maine.

Además de las parcelas de estudio se han empleado en Maine técnicas especiales para determinar el papel de los factores de represión natural, infestando artificialmente los árboles con cantidades conocidas de gusanos del botón del pinabete. Algunos árboles se rodean de jaulas para excluir los parásitos y los pájaros y este método puede permitir una evaluación más precisa de los enemigos naturales del insecto.

Aunque el área de notoria defoliación en Maine ha aumentado desde 1949, la población de gusanos del botón del pinabete en árboles individuales en las infestaciones más antiguas no ha tenido un aumento considerable, y de hecho hay casi el mismo número de insectos en donde ha habido una disminución. Indudablemente está ocurriendo una lucha gigantesca entre el gusano del botón del pinabete y los factores naturales de represión, y los años próximos determinarán su resultado.

Varias especies de parásitos ocurren en el Oeste, pero no en el Este, y desde 1945 esos parásitos se han reproducido y enviado al Este para su colonización en los Adirondacks y en Maine. Es demasiado pronto para determinar si han quedado establecidos en las infestaciones del Este, y hasta donde podemos saber, todas las especies de parásitos del Este existen en el Oeste.

En 1950 se efectuaron estudios en plantíos de abetos Douglas y abetos blancos en tres áreas de estudio bastante separadas en el este de Oregón para determinar el efecto de los factores naturales en la represión del gusano del botón del pinabete. La parasitización combinada en esas áreas fue de 61, 52 y 32%. Sin embargo, en la tercera área, donde la parasitización fue más baja debido posiblemente a complejidades del desarrollo estacional retrasado, el 60% de las crisálidas murieron a consecuencia de lo que pareció una enfermedad, y por lo tanto la mortalidad combinada observada en esa área fue de 73%, sin que hubiera indicios de la enfermedad en las otras dos. Esta es la única constancia de una mortalidad apreciable del gusano del botón del pinabete que pueda atribuirse posiblemente a una enfermedad.

Se han continuado los estudios para determinar la aplicación de la información biológica a las prácticas de silvicultura. Se han establecido parcelas de muestra en áreas que representan una gran variedad de condiciones de plantíos y sitios, y si la defoliación es lo suficientemente grave para dañar o matar los árboles, se harán estudios detallados para precisar el efecto de esa defoliación en los pinabetes y abetos de las parcelas de muestra. La defoliación en los Adirondacks no fue suficiente para dañar los árboles, y hasta ahora no han ocurrido daños apreciables en Maine.

Para demostrar los métodos de corte que he descrito, el Servicio Forestal, la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, los Estados y los dueños de bosques en el Noreste han establecido 19 áreas experimentales que cubren de 50 a 750 acres cada una y que se encuentran en diferentes partes de la región a fin de que pueda observarse la influencia de las condiciones de los plantíos y sitios en caso de que ocurra un brote del gusano del botón del pinabete.

Desde 1945 se están efectuando estudios para determinar los medios más eficaces para reprimir el insecto mediante aplicaciones aéreas de DDT. En ese año se iniciaron pruebas de campo en la provincia de Quebec y se rociaron tres pequeñas parcelas en los Adirondacks, continuándose las pruebas en New York en 1946 y 1947, en Oregón en 1948, en Maine en 1949 y 1950 y en Quebec en 1951.

No hay duda de que el gusano del botón del pinabete es altamente susceptible a las bajas dosis de DDT, pero debido a su hábito de esconderse para alimentarse es mucho más difícil de reprimir que los insectos defoliadores que se alimentan al descubierto. Algunas de las pruebas hechas en 1945, 1946 y 1947 dieron buenos resultados, pero no todas fueron satisfactorias. Se hicieron aplicaciones cuando los insectos estaban en la etapa de minar las agujas, y la etapa inicial de alimentación en los botones no proporcionó un alto grado de represión. A medida que las orugas eran mayores y quedaban más expuestas, aumentó el porcentaje de mortalidad con las aplicaciones de rocíos, y durante las últimas dos semanas del desarrollo de las larvas, aproximadamente del 15 de junio al 1º de julio, muchas de esas pruebas proporcionaron una represión satisfactoria. Las aplicaciones hechas para intentar la represión de los gusanos adultos no tuvieron éxito y la mayoría de las pruebas efectuadas en el Este se hicieron en infestaciones de intensidad leve o moderada.

En 1948 se trató una serie de parcelas por medio de un pequeño aeroplano de ala fija y de un helicóptero en graves infestaciones de abetos Douglas y de abetos blancos en el este de Oregón. Se rociaron las parcelas con dosis de una y dos libras de DDT por acre durante las últimas dos semanas del desarrollo de las larvas y los resultados fueron excelentes. En 10 de las 12 parcelas se obtuvo una represión mayor de 97% sin que hubiera diferencia apreciable entre las dosis de una y dos libras o entre las aplicaciones hechas desde el aeroplano o desde el helicóptero. Una de las dos parcelas que mostraron una

represión baja se roció por error con una dosis de media libra y la otra se trató al caer la tarde, cuando las corrientes termales impedían los depósitos de rocíos.

El alto porcentaje de represión obtenido en las pruebas hechas en Oregón aparentemente se debió en gran parte a que las poblaciones de larvas eran extremadamente altas. Las orugas se volvían más activas en su competencia alimenticia y, por tanto, quedaban más expuestas que en las infestaciones ligeras del Este, donde había abundancia de alimento y tenían menos actividad. Las pruebas demostraron que se puede obtener una excelente represión mediante aplicaciones aéreas de una libra de DDT en un galón de rocío por acre.

Los experimentos efectuados en Maine en 1949 y 1950 y en Quebec en 1951 estaban encaminados a obtener información más precisa sobre los depósitos de rocío en el follaje y la influencia de los factores tales como el tamaño de las gotas y composición de los rocíos en los depósitos. Las pruebas se efectuaron en infestaciones relativamente ligeras, y la represión con dosis de una libra calculada en términos de disminución de poblaciones varió desde alrededor de 80% a más de 95% en las parcelas tratadas. Los experimentos demostraron que la cobertura uniforme de los rocíos es un factor crítico para obtener un alto grado de represión. La cantidad de sustancias que se rocían, el tipo de sus fórmulas, el tamaño de las gotas de rocío, las condiciones de clima y las de los plantíos sólo tienen importancia en cuanto que influencian la cantidad real de DDT que se deposita en el follaje. El principal problema de las aplicaciones aéreas consiste en asegurarse el depósito de una dosis mortal. Un estudio de la relación dosis-mortalidad ha demostrado que se necesita aproximadamente un depósito mínimo de 0.3 de libra de DDT por acre a fin de obtener una disminución de 90% o más en las poblaciones del gusano del botón del pinabete en la etapa tardía de larva.

Puede obtenerse un alto grado de represión del gusano, pero tenemos muy poca información sobre la rapidez de aumento de las poblaciones residuales después de las aplicaciones de rocío o de la proporción de reinfestación desde la periferia de una área tratada.

Generalmente las operaciones de rociado se efectúan en las áreas más gravemente infestadas de un bosque, e invariablemente hay áreas adyacentes que quedan infestadas más ligeramente y que continúan siendo una amenaza para el área tratada. Existe alguna duda sobre el tiempo más oportuno para aplicar los tratamientos durante el progreso de una infestación. ¿Debe rociarse una área en las primeras etapas de la infestación o demorarse el tratamiento hasta inmediatamente antes del período en que la defoliación se vuelve lo suficientemente seria para causar daños a los árboles? Necesitamos hacer más experimentos para determinar cuál es la etapa más temprana en su historia vital, en la que el insecto puede reprimirse más eficazmente, con la esperanza de que las operaciones de represión puedan llevarse a cabo en un período más prolongado durante la estación, suministrando así más protección al follaje de la estación en curso. Actualmente los rocíos quedan restringidos a un período aproximado de dos semanas a proximidad del período de alimentación, tiempo excesivamente corto cuando hay que tratar grandes áreas. Se necesitan mayores estudios para determinar los efectos que causen en los enemigos naturales del gusano los rocíos de DDT aplicados en grandes áreas.

Al calcular las infestaciones, sería de desearse que se precisara el grado de represión que pueden ejercer los factores naturales. Probablemente en ciertas condiciones pueda disminuir la infestación debido a las actividades de los factores naturales de represión, lo que haría innecesarios los rocíos. La infestación de los Adirondacks es un ejemplo de esos casos.

Desde 1945 se han llevado a cabo estudios para precisar los efectos del DDT

en los pájaros, peces y otra fauna y se han rociado algunas áreas forestales especialmente en relación con estos estudios, habiéndose hecho también observaciones en otras áreas en las que se han aplicado rocíos para reprimir los insectos defoliadores forestales.

En una localidad rociada experimentalmente con cinco libras de DDT por acre, una población de más de tres pájaros por acre disminuyó en dos semanas aproximadamente a un sexto de la población original. En otro lugar, rociado durante cuatro años consecutivos con dos libras de DDT por acre durante el máximo del período de anidamiento, no hubo evidencia de que los pájaros sufrieran ningún daño. En todas las pruebas experimentales los pájaros no han sufrido ningún daño con una aplicación de una libra de DDT por acre.

En general, estas investigaciones han acabado con muchos de los primeros temores sobre el empleo del DDT en los bosques.

La necesidad mayor en el futuro consiste en la expansión de los estudios sobre la represión natural de los insectos. Esos estudios deben llevarse a cabo en todo el país en dondequiera que el gusano del botón del pinabete sea una amenaza, y debemos tratar de precisar las condiciones forestales bajo las cuales los factores naturales mantendrán al insecto bajo control, así como el porqué de los brotes que ocurren en otras áreas. Deben efectuarse estudios para determinar el efecto de las prácticas de silvicultura en la represión natural, así como el efecto de las extensas aplicaciones de DDT en los enemigos del insecto. Todo esto necesita una estrecha cooperación entre los que llevan a cabo las inspecciones, los que aplican las medidas de represión y los que trabajan en problemas básicos de investigación.

R. C. Brown *es entomólogo de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas. Se graduó en la Universidad de New Hampshire en 1922 y se unió a la Oficina desde 1925. En 1935 quedó encargado del laboratorio de la división de investigaciones sobre insectos forestales en New Haven.*

Los escarabajos de la corteza en los bosques

F. P. Keen

En 1942, el escarabajo de Engelmann del pinabete comenzó a aumentar en número en los pinabetes derribados por el viento en las altas montañas del oeste de Colorado, y de esos árboles caídos salían nuevas progenies de escarabajos para atacar los árboles vivos. Con cada generación se desarrollaban mayores hordas de escarabajos, que atacaban más y más pinabetes, hasta que se destruyeron más de cuatro billones de pies de madera.

Durante la época de vuelos de 1949 había tantos escarabajos en el aire que los que cayeron accidentalmente en un pequeño lago en el área infestada y fueron arrastrados a tierra, aunque sólo constituían una pequeña parte del vuelo total, eran tan numerosos que formaron una banda de escarabajos muertos de un pie de profundidad, 6 pies de ancho y 2 millas de largo. Los que volaron al Sureste, atravesando 18 millas de campo abierto, descendieron en una meseta de

bosques que nunca se habían infestado y mataron 400,000 árboles en un solo ataque en masa.

Éste es un ejemplo de la destrucción que pueden causar los escarabajos de la corteza, que sin ser mayores que pequeñas judías son capaces de causar rápidamente la muerte de los majestuosos pinos, abetos, pinabetes y abetos americanos de los bosques y pueden devastar extensas áreas de ellos con iguales resultados que un incendio.

Otras especies son también muy destructoras. El escarabajo de las Colinas Negras a menudo se vuelve epidémico en la región de las Montañas Rocallosas y destruye cientos de miles de pies de madera de pino ponderosa. El escarabajo del pino de montaña ha devastado cientos de millas de bosques de pino para postes en las regiones de las Montañas Rocallosas y de la costa del Pacífico y mata también los valiosos pinos de azúcar en California. El escarabajo del pino occidental destruyó 25 millones de pies de madera de pino ponderosa para aserraderos en la región de la costa del Pacífico entre 1917 y 1943 y ha constituido un serio competidor de los madereros en las existencias disponibles de madera.

Muchas otras, tales como el escarabajo del abeto Douglas, el del pinabete de Sitka, el del pino del Sur, el rojo de la trementina, el grabador del pino y el del abeto, han contribuido al desperdicio de madera muerta, haciendo de este grupo de escarabajos de la corteza uno de los más destructores enemigos de los bosques.

La relación de los escarabajos de la corteza con los árboles que mueren se ha conocido desde hace mucho tiempo, pero no fue sino hasta 1900 cuando se comenzaron a crear los bosques nacionales cuando se descubrió en toda su extensión su gravedad como destructores de los bosques. Una cuadrilla de inspección de los recursos madereros, bajo la dirección de Gifford Pinchot, descubrió entonces que los escarabajos de la corteza llevaban a cabo libremente sus depredaciones en las selvas de las Colinas Negras de South Dakota. A. D. Hopkins, que estaba entonces con la Universidad de West Virginia, descubrió que el escarabajo de la corteza era nuevo para la ciencia y lo llamó escarabajo de las Colinas Negras, *Dendroctonus ponderosa*. Antes de que disminuyera la epidemia había destruido más de un billón de pies de tablas de madera de pino ponderosa en la reservación.

Desde 1902 no ha cesado la investigación sobre los hábitos y métodos de represión de los escarabajos de la corteza de los bosques. Los resultados han sido de gran valor para el desarrollo de métodos para proteger los bosques contra los daños innecesarios de estos insectos nativos.

El cuadro usual de un investigador en su trabajo es el de una figura vestida de blanco inclinada sobre sus frascos y tubos de prueba, pero esto no sucede con el entomólogo forestal de campo y su traje es el de un leñador o maderero, siendo su laboratorio la mayor parte del tiempo el bosque y el campo. En ellos efectúa sus estudios, empleando los materiales naturales al alcance de su mano, y por medio de observaciones y experimentos bajo las condiciones que existen en los bosques trata de determinar el papel de los insectos forestales. A veces, pero no siempre, lleva sus materiales al laboratorio para efectuar experimentos especiales.

Al principio se daba más atención al estudio de la historia vital y hábitos de las diversas especies de escarabajos de la corteza para determinar los puntos que tenían en común, así como sus diferencias. Como los escarabajos nunca trabajan tan bien en el laboratorio como en los bosques, la mayor parte de este trabajo biológico se llevó a cabo en ellos y se obtuvo gran parte de la información por medio de cuidadosas observaciones. Periódicamente se removían pequeñas secciones de corteza de los árboles infestados y se anotaba el progreso de la construcción de galerías, depósito de huevos y desarrollo de las larvas. Más tarde, a medida que las nuevas progenies se acercaban a la madurez, se

fijaban jaulas de alambre en los árboles y se recolectaban los adultos a medida que salían.

Las observaciones demostraron que los escarabajos adultos de la corteza penetran a través de la misma, llegan a la zona del cambium entre la corteza y la madera y construyen en ella galerías para los huevos, o túneles o cavidades en los que se depositan los mismos. El único medio de defensa con que cuenta el árbol es su flujo de resina. Si es lo suficientemente copioso, se ahogan los escarabajos que lo atacan, pero si no lo es, éstos depositan sus huevos.

La mayoría de las especies de los escarabajos de corteza introducen también los esporos de hongos, manchas azules o fermentos que obstruyen las células en la madería de savia y estorban la conducción. Los escarabajos, al introducir los hongos, causan a menudo enfermedades tales como la del olmo holandés, que en sí es fatal para el árbol. Las pequeñas larvas tiernas se alimentan en los tejidos interiores de la corteza y se esparcen para seguir destruyendo los tejidos en desarrollo, y cuando son lo suficientemente abundantes, eventualmente circundan el árbol. Se necesitan varios cientos o miles de escarabajos para acabar con un árbol, pero cuando acometen ese trabajo lo hacen rápidamente y el árbol muere en dos semanas o un mes.

Los escarabajos *Dendroctonus*, el grupo más importante de destructores de árboles, son monógamos, habiendo un macho y una hembra en cada galería. Muchos otros, tales como los escarabajos grabadores de los géneros *Ips*, *Scolytus*, *Pityogenes* y *Pityopthorus*, son polígamos y cada hembra hace un túnel de huevos separado desde una cámara central, en donde el escarabajo macho la espera para fertilizarla. Cuando las larvas se desarrollan por completo, se transforman en la etapa de crisálida o de reposo, de la que salen para convertirse en nuevos adultos que prosiguen los ataques en otros árboles.

Después del descubrimiento de estos sencillos hechos de comportamiento y hábitos vitales, hubo muchas preguntas: ¿Por qué algunas especies limitan sus ataques a determinados árboles huéspedes mientras que otras se alimentan en un gran número de especies forestales? ¿Qué es lo que los atrae a los árboles que atacan? ¿Por qué vuelan tan lejos los escarabajos de la corteza? ¿Cómo se las arreglan para matar los árboles tan rápidamente? ¿Cómo se reprimen en la naturaleza? ¿No podría encontrarse un parásito o enemigo natural para mantenerlos bajo control? Estas y otras preguntas tenían que contestarse por los investigadores a fin de que sirvieran como base de la estrategia de represión. Hasta la fecha, algunas de esas preguntas están todavía sin respuesta, aunque se han hecho progresos para descubrir los puntos esenciales del comportamiento de los escarabajos de la corteza.

Podrían ser de interés algunos ejemplos del tipo de estudios que se han efectuado. Los escarabajos de la corteza se llevaron al laboratorio y se efectuaron con ellos muchos experimentos para descubrir lo que los atrae. Se empleó un olfatómetro, un tubo en forma de Y a través del cual pasaba el aire. La sustancia que se estaba probando se colocaba en una rama de la Y y los escarabajos en la base de la misma, dándoseles la oportunidad de escoger entre la sustancia y el aire fresco y anotándose la selección hecha por los insectos. Otro método consistía en colocar el atrayente en el rincón de una gran jaula en la que se liberaban los escarabajos, dándoseles así mayor libertad de movimientos que en el olfatómetro. Esos estudios demostraron que las oleo-resinas, la primera línea de defensa de los árboles, repelen los escarabajos y que los atrae el olor que se escapa de la corteza interna en fermentación, o sea que en cierta forma la deterioración del árbol atrae a los escarabajos.

El investigador que trató de desarrollar un gran número de los escarabajos se encontró con un serio problema en sus manos, ya que los enemigos de los escarabajos de la corteza son también caníbales y se devoran prontamente uno a

otro si no se confinan en espacios individuales, encontrándose que este método de represión no es práctico ni valía tampoco la pena de importar parásitos de países extranjeros, ya que prácticamente todos los escarabajos norteamericanos de la corteza son nativos de este hemisferio y cuentan con un surtido completo de enemigos y parásitos naturales.

Se descubrió también que las temperaturas extremadamente bajas de invierno matan algunos escarabajos de la corteza, así que se hicieron experimentos con el escarabajo occidental del pino y con el escarabajo del pino de montaña para determinar que tenían que ser tan bajas esas temperaturas para que fueran mortales. El efectuar los experimentos bajo condiciones de laboratorio era un trabajo relativamente cómodo, pero esos experimentos no explicaron completamente los efectos de la temperatura en las progenies de los árboles de los bosques sujetas a las modificaciones causadas por el viento, topografía, altura, espesor de la corteza y temperatura del árbol, siendo necesario, por tanto, continuar esos estudios en los bosques. En ellos los investigadores tomaban cada hora las lecturas de la temperatura de la corteza de los árboles mientras que las temperaturas ambientes descendían hasta 26° F. bajo cero, teniendo que esquiar también sobre campos de nieve y trepar a los árboles para leer los termómetros cuando la temperatura fluctuaba alrededor de 15° bajo cero.

La estrategia de represión que primero se sugirió fue la de destruir las progenies en desarrollo o los escarabajos potencialmente destructores antes de que pudieran salir y atacar a otros árboles. Esto podía hacerse de diversas maneras, ya fuera cortando los árboles muertos infestados y descortezándolos y quemando la corteza, o removiendo los árboles infestados a los estanques de los aserraderos en donde podían conservarse hasta que pudieran convertirse en madera. Ese trabajo de represión podría efectuarse en otoño, invierno y primavera, cuando las bajas temperaturas mantenían inactivos a los escarabajos y los hacían confinarse a los árboles que habían destruido recientemente.

El primer proyecto de represión en gran escala que siguió a esa estrategia de represión se inició en el noreste de Oregón en 1910 contra un brote de escarabajos del pino de montaña en los pinos de postes. El método era sencillo y lo suficientemente eficaz para destruir los escarabajos, pero la tarea de aplicarlo a 2 millones de árboles infestados esparcidos en 100,000 acres de abruptos terrenos boscosos presentaba muchas dificultades y el costo era muy alto.

Desde entonces se ha pensado mucho y se han hecho muchos esfuerzos para encontrar métodos más fáciles y menos costosos para destruir los escarabajos de la corteza. Algunos de los que se emplearon sin resultado fueron el electrocutar, sepultar o ahogar a los escarabajos, habiéndose descubierto que la corriente eléctrica seguía las corrientes de resina de la corteza dejando inmunes a los insectos. Aun enterrados bajo dos pies de tierra, los escarabajos salían de la corteza infestada y hallaban su camino hacia la superficie y podían sumergirse en agua durante seis días y sobrevivir todavía. Cuando los troncos se enviaban a los estanques de los aserraderos y se cortaban como madera quemándose las tablas, los escarabajos morían, ya fuera ahogados o quemados.

La cura al sol y las inyecciones de los árboles han tenido una eficacia limitada. En la cura al sol los árboles se cortan y se dejan en sitios donde reciban los rayos directos del sol o se descortezan y se exponen en forma semejante. El método es eficaz al sur de los 45° de latitud en bosques escasos y en lugares planos con exposiciones al Sur en los que las temperaturas ambientes lleguen a 80° F. Los árboles que no se descortezan tienen que rodarse después de unos cuantos días de exposición. El método tiene ciertas limitaciones, ya que no puede emplearse en lugares sombreados, en las vertientes que ven al Norte o en las latitudes frías del Norte.

Una gran parte de las investigaciones se ha dedicado a la posibilidad de inyectar insecticidas en los árboles infestados a fin de matar las progenies de insectos. Esto puede hacerse, pero no sin tener que circundar el árbol a fin de distribuir uniformemente la sustancia química a través de la corriente de savia, así que no hay esperanza de salvar los árboles infestados empleando este método. Además, es difícil de aplicar y sólo da resultados cuando los árboles están todavía verdes y funciona la corriente de savia.

Una forma relativamente barata y eficaz de destruir los escarabajos de la corteza consiste en el empleo de aceite combustible o aceite Diesel a los que se haya añadido un veneno tal como el ortodiclorobenzol o el DDT. Se aplica tanto a los árboles vivos como a los que se han cortado, en cantidad suficiente para empapar y penetrar a la corteza. El método es especialmente eficaz en árboles de corteza delgada tales como el pino de postes, el pino blanco occidental y el pinabete Engelmann. Cuando se aplica en forma adecuada el tratamiento de aceite también es eficaz en árboles con corteza más gruesa, hasta de una pulgada de espesor, tales como los pinos ponderosa y Coulter. La fórmula empleada más frecuentemente se compone de una parte de ortodiclorobenzol para 6 partes de aceite combustible y se aplica con rociadores mecánicos, rociadores comunes de jardín o bombas de estribo en proporción de 4 a 6 onzas por pie cuadrado de corteza o 6 a 8 galones para un árbol de tamaño mediano.

El DDT es una nueva arma y su mayor valor radica en su efecto residual cuando se aplica como depósito superficial para evitar ataques a los árboles amenazados o para destruir los escarabajos que salen. En la campaña efectuada contra la enfermedad del olmo holandés, un rocío superficial de 2% de DDT en emulsión acuosa es eficaz para evitar los ataques del escarabajo del hongo que causa la enfermedad. Para evitar los ataques del escarabajo grabador *Ips* en los desechos de pino ponderosa, es muy eficaz un rocío de 5% de DDT en aceite combustible. Se ha obtenido cierto éxito rociando los árboles de pino ponderosa infestados con un rocío de DDT al 5% que destruye los escarabajos del pino occidental tan pronto como salen.

Algunos de estos métodos de represión se desarrollaron al principio en pequeña escala a base de "plantas piloto", pero cada uno de ellos ha tenido que probarse en los bosques y aplicarse bajo condiciones prácticas de campo antes de que pueda determinarse su costo y eficacia. Esto se hizo en los proyectos de represión que ya estaban funcionando, en donde había disponible la mano de obra necesaria para cortar árboles, quemar, rociar o efectuar otros tratamientos de los árboles infestados. La eficacia para matar las progenies del método que se estaba probando podía determinarse generalmente muestreando los árboles tratados, pero la eficacia para disminuir las pérdidas de madera en el área tratada sólo podía determinarse a base de un muestreo de áreas, siendo necesario establecer parcelas o fajas de muestra en toda el área tratada, así como en las áreas vecinas no tratadas. Se determinaba la mortalidad de la madera en las áreas de muestra mediante cuadrillas de campo compuestas generalmente de un observador con brújula y de dos ojeadores que localizaban los árboles infestados tanto viejos como nuevos. Una comparación entre las pérdidas de madera antes y después del tratamiento y entre las áreas tratadas y no tratadas daba el resultado final de la eficacia del trabajo de represión.

Se han desarrollado y mejorado también los métodos de muestreo de los bosques para determinar las cantidades y características de los daños causados por los insectos. El laborioso trabajo de las cuadrillas de campo trepando arriba y abajo de las colinas, a través de una densa vegetación, para establecer y verificar las fajas o parcelas de muestra en los bosques pueden convertirse algún día en el muestreo fotográfico de las mismas desde el aire. El reconoci-

miento aéreo de las áreas de bosques para determinar la extensión, estado y tendencia de los brotes tiene ya un lugar importante en los programas de inspección de los insectos de los bosques.

Se emplean todavía los métodos directos para destruir los escarabajos y para combatir los brotes que no pueden atacarse en otra forma. Sin embargo, los entomólogos forestales han acabado por convencerse de que esos "métodos de fuerza" no constituyen una solución permanente del problema y que debe darse mayor atención a evitar los brotes más bien que a la aplicación de costosos métodos de represión para suprimirlos después de que han ocurrido. Los minuciosos trabajos de investigación sobre el escarabajo del pino occidental han abierto el camino hacia este objetivo.

Principiando en 1921 se llevó a cabo una serie de grandes proyectos por el Gobierno Federal y los dueños de bosques encaminados hacia la represión de los escarabajos del pino occidental en los bosques de pino ponderosa de California, Oregón y Washington. Para destruir las poblaciones de escarabajos se empleó el método de cortar-descortezar-quemar. Se gastaron más de un millón de dólares en esos proyectos en la siguiente década y, sin embargo, los resultados dejaron mucho qué desear. El trabajo de represión disminuyó las pérdidas en uno o dos años subsecuentes, pero si se les abandonaba, los escarabajos volvían rápidamente y pronto se nulificaban los efectos de los trabajos de represión.

Entonces ocurrió en 1932 un fenómeno natural que demostró la futilidad de las medidas directas de control como una solución permanente del problema del escarabajo del pino occidental. Un invierno frío con temperaturas que descendieron en algunas áreas de bosques del este de Oregón hasta 54° bajo cero, destruyó más del 80% de los escarabajos en áreas muy extensas. La destrucción de las progenies fue más uniforme y completa en esas grandes áreas que la que hubiera sido posible obtener con los métodos usuales de cortar y quemar los árboles infestados, pero a pesar de esa extensa mortalidad sólo se necesitaron dos años para que los escarabajos reconquistaran su posición y continuaran destruyendo más miles de pies de pino ponderosa. Era obvio que la represión directa o la destrucción de los escarabajos en sí no era la solución.

MIENTRAS TANTO, LOS SABIOS DESCUBRIERON OTRA FASE del comportamiento de los escarabajos. Se notó que ciertos tipos de pinos eran susceptibles a los ataques del escarabajo del pino occidental mientras que otros eran abiertamente resistentes, sospechándose, por tanto, que si pudieran removerse de los plantíos los árboles susceptibles, los resistentes podrían defenderse de los ataques de los insectos. El problema consistía en reconocer esos árboles a fin de que pudieran removerse. A principios de 1927 se efectuaron experimentos y se hicieron inventarios para definir tan exactamente como fuera posible los tipos más susceptibles de árboles, encontrándose que eran los de crecimiento lento, los árboles densos e intermedios, los que no habían podido crecer y los más viejos y demasiado maduros, así como los que carecían de vigor.

Sobre esa base se inició un sistema de clasificación en el que los pinos ponderosa se dividieron en cuatro grupos de edad relativa, desde tiernos hasta demasiado maduros, y en cuatro grupos de vigor, desde los más vigorosos hasta los decadentes. Un muestreo de 51,409 árboles destruidos por los escarabajos de la corteza en el este de Oregón y en el norte de California demostró que esa clasificación era correcta, porque los árboles muertos caían en gran parte en las clases poco vigorosas y de más edad.

Los estudios ulteriores demostraron que no eran sólo los árboles que crecían lentamente los más susceptibles, sino también los que declinaban en su proporción de crecimiento debido a mala salud. Como esto era cierto, los árboles se agruparon entonces en cuatro diferentes grados de riesgo, de acuerdo con su salud

actual indicada por las agujas cortas, las ramas moribundas, la declinación del vigor de la parte superior, coloración pobre y otras características.

En 1937 se hizo la primera prueba de la represión de los escarabajos de la corteza basándose en la susceptibilidad de los árboles a sus ataques en el Bosque Experimental de las Montañas Negras de la Estación Experimental de Bosques y Praderas de California. Se removió del 15 al 20% del plantío, que consistía de los árboles que presentaban el riesgo más alto, los cuales se cortaron, se enviaron a los aserraderos y se utilizaron. Los resultados subsecuentes sobrepasaron a las esperanzas. Las pérdidas causadas por los escarabajos de la corteza disminuyeron hasta 90% en las áreas tratadas durante el primer año que siguió a los cortes, aunque las áreas taladas estaban rodeadas de plantíos infestados. Las inspecciones subsecuentes han demostrado que las pérdidas han sido menores en un 70% en las áreas tratadas que en las no tratadas durante un período de diez años o más después del tratamiento.

Se ha llamado a este método de "volver a prueba de insectos" los plantíos de pino ponderosa explotación de aprovechamiento sanitario y ha tenido una entusiasta aceptación por parte de los propietarios de bosques, que lo han aplicado a varios miles de acres de áreas forestales de alto riesgo. El reconocimiento e identificación de árboles susceptibles se ha convertido en parte aceptada de las reglas para marcar pinos en las ventas de madera del Servicio Forestal, en las tierras de las tribus indias y en las pertenencias de muchos madereros progresistas.

El notable éxito de este método ha alentado la creencia de que pueden aplicarse métodos semejantes para la represión de otros escarabajos de la corteza. Se han iniciado estudios similares, aunque ya es obvio que no hay dos especies de escarabajo de la corteza que sigan las mismas reglas y que lo que constituye un árbol susceptible para una de ellas puede hacerlo un tipo resistente para otra. Tendrá que determinarse la tendencia selectiva de cada especie de escarabajos por medio de un cuidadoso estudio.

Para muchas especies de escarabajos de la corteza el medio favorito de reproducción no son los árboles de crecimiento lento o demasiado maduros, sino los desechos recién cortados, y en ese material producen fuertes y abundantes progenies que pueden atacar y destruir grandes cantidades de árboles sanos. Los escarabajos grabadores *Ips* son característicos de este tipo, y los *Ips* reproducidos en los desechos son fuente de muchos daños a los plantíos de pinos tiernos en las cercanías. Por tanto, la rápida disposición de los desechos es la clave para la prevención de este tipo de daños.

Los árboles derribados por el viento constituyen otro medio de reproducción favorito de muchas especies de escarabajos de la corteza. Muchos brotes, como el del escarabajo del pinabete Engelmann, son atribuibles a esta causa.

Los incendios forestales, al destruir y debilitar grandes cantidades de árboles, frecuentemente producen brotes subsecuentes de escarabajos de la corteza. El escarabajo del abeto Douglas, por ejemplo, se reprodujo en los árboles destruidos por el fuego en el gran incendio de Tillamook en 1933, desarrollándose hordas tales de escarabajos, que en 1935 atacaron y destruyeron unos 300 millones de pies de madera verde que rodeaban el área incendiada.

La prevención de los brotes y de los daños causados por los escarabajos de la corteza que se reproducen en los desechos, en los árboles derribados por el viento o destruidos por el fuego, como ya lo dije, no consiste simplemente en destruir las poblaciones de escarabajos después de que se han desarrollado en esos materiales, sino en evitar su desarrollo mediante la pronta utilización o limpieza de los lugares potenciales de reproducción.

Para lo futuro será necesario hacer mayores esfuerzos para encontrar métodos de evitar los daños causados por los escarabajos de la corteza mediante un cuidado adecuado de los bosques más bien que métodos para disminuir las pobla-

ciones de escarabajos después de que se han vuelto epidémicos. Por ejemplo, la represión del escarabajo del pino occidental por medio de la explotación de aprovechamiento sanitario está proporcionando una reducción mayor y más duradera de las pérdidas debidas a los escarabajos de la corteza que la proporcionada por las medidas de represión. La aplicación de este método preventivo está disminuyendo las pérdidas causadas por ese escarabajo en los plantíos comerciales de California, Oregón, Washington e Idaho. El manejo adecuado de los plantíos de pino de postes, pino blanco occidental y de azúcar promete la solución del problema del escarabajo de la corteza en los pinos montañosos. La intensificación de las prácticas forestales para disponer de los desechos, utilizar los árboles destruidos por los incendios y remover los derribados por el viento disminuirá la amenaza de muchos otros escarabajos de la corteza que son potencialmente destructores y que encuentran en ese material un medio favorito de reproducción.

En lo futuro la investigación estudiará más intensamente la relación de los escarabajos de la corteza en su medio forestal, que es lo que los hace volverse epidémicos, porque a veces se vuelven agresivos los escarabajos inofensivos de la corteza, y cómo pueden reprimirse los insectos por medio de la reglamentación de sus árboles huéspedes y del medio, ya que estamos tratando con habitantes nativos de los bosques que se encuentran tan familiarizados con ellos como con los mismos árboles. Debemos asumir que la Naturaleza tuvo un propósito bien definido al establecerlos allí, y más que intentar romper el equilibrio natural mediante esfuerzos para eliminarlos, debemos tratar de descubrir su objeto y trabajar conjuntamente con la Naturaleza para mantenerlos en su papel. Los madereros y los dueños de bosques no tendrán ninguna objeción contra los escarabajos de la corteza que actúen como cuidadores naturales para limpiar los bosques de unos cuantos árboles viejos y decadentes que dejen su lugar a los árboles nuevos. Todo lo que piden es que no se permita que los escarabajos prosigan con sus devastaciones y destruyan grandes cantidades de madera antes de que pueda cortarse y utilizarse. La futura tarea es un desafío a la visión y a los recursos de los investigadores y entomólogos forestales, que necesitan trabajar conjuntamente en la solución de este problema de los bosques.

F. P. KEEN, *graduado de la Universidad de California, es jefe de entomólogos de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas y está a cargo del Laboratorio de Investigaciones Sobre Insectos Forestales de Berkeley, California. Ha tenido 37 años de experiencia con los problemas de los escarabajos de la región del pino occidental. Es autor de varios folletos técnicos y boletines sobre insectos forestales. En 1947 recibió la Recompensa por Servicios Superiores del Departamento por su preparación de una clasificación de árboles de pino ponderosa que se emplea como índice de susceptibilidad de los plantíos de pino a los daños de los escarabajos de la corteza y como guía para la selección de árboles en las ventas de madera.*

La mariposa gitana

John M. Corliss

La mariposa gitana es un insecto que se alimenta de las hojas y que es nativo de Europa y Japón, que se introdujo accidentalmente en nuestro país en 1889. Se trajo de Francia a Medford, Massachusetts, por un sabio francés con fines experimentales, pero escapó y se estableció aquí y se ha propagado gradualmente en la mayor parte de la Nueva Inglaterra.

Se alimenta en muchas frutas, así como en los árboles selváticos, de sombra y de ornato. En los brotes epidémicos escapan pocas especies de árboles. Los siempreverdes, en los que sólo se alimentan las orugas más grandes, son especialmente susceptibles a sus ataques y a los daños que causan cuando crecen cerca de los robles u otros árboles de madera dura que son favoritos del insecto. La defoliación causada por la mariposa gitana ha retrasado el crecimiento y destruido los árboles en áreas extensas.

La mariposa gitana tiene cuatro etapas en su historia vital: el huevo, larva u oruga, crisálida o etapa de reposo y adulto o mariposa. A fines de julio y durante el mes de agosto, la mariposa hembra deposita alrededor de 400 huevos en un racimo y el insecto inverna en esa etapa. Los huevos incuban en mayo y las orugas se alimentan en el follaje aproximadamente durante seis semanas, siendo ésta la etapa en que el insecto puede reprimirse más eficazmente. Cuando están completamente desarrolladas, las orugas se convierten en crisálidas y las mariposas adultas salen desde mediados de julio hasta mediados de agosto, iniciándose entonces una nueva generación. El macho de la mariposa gitana es café con marcas negras en las alas y puede volar grandes distancias. La hembra es casi blanca con marcas negras en las alas, pero no puede volar a causa de su cuerpo más pesado.

En Europa y Japón la mariposa gitana tiene muchos enemigos naturales que contribuyen a mantenerla bajo control, pero cuando se introdujo en nuestro país ninguno de ellos estaba presente. En 1905, el Estado de Massachusetts y el Gobierno Federal comenzaron a introducir parásitos y otros enemigos naturales de la mariposa gitana y desde entonces se ha recibido un abundante material de parásitos y varios enemigos naturales se han establecido en este país.

Sin embargo, la represión de la mariposa gitana por medio de sus enemigos naturales ha sido menos eficaz de lo que se esperaba, debido a que algunos de los más importantes parásitos de Europa no pudieron establecerse, ya que no había en nuestro país los insectos huéspedes alternativos que eran necesarios para la segunda generación o generaciones sucesivas de los parásitos. La enfermedad del marchitamiento, causada por un virus poliédrico, ataca la mariposa gitana en la etapa de larva y a menudo mata grandes concentraciones de orugas.

El Congreso proporcionó fondos por primera vez en 1906 para los trabajos federales en contra de la mosca gitana después de que el insecto se había propagado a través del este de Massachusetts y del sur de New Hampshire. El objeto consistía en la represión y prevención de la propagación del insecto y en la extirpación de las infestaciones circundantes. En 1923 se estableció una zona de barrera que serviría de centro a las operaciones de limpieza a fin de evitar una mayor propagación hacia el Oeste. La zona se extendía a lo largo de la línea divisoria entre la Nueva Inglaterra y el Estado de New York, desde Canadá hasta Long Island, y fue reemplazada en 1945 por una zona de supresión, porque

la infestación se había propagado más allá de la región de New York después del huracán de 1938.

De tiempo en tiempo ocurrieron infestaciones aisladas en New York, New Jersey, Pennsylvania y Ohío y las más pequeñas se extirparon rápidamente.

En 1909 se encontró una infestación bien establecida en New Jersey, cerca de Sommerville, que eventualmente se extendió a unas 1,450 millas cuadradas. Las investigaciones descubrieron que el brote se había originado en los retoños de pinabete azul que se habían importado de Europa y que contenían racimos de huevos de la mariposa gitana, pero en 1935 los fondos y el personal del Estado de New Jersey, conjuntamente con la cooperación federal, habían logrado una extirpación completa, empleándose rociadores hidráulicos para aplicar los rocíos de arseniato de plomo, que fue el insecticida que se usó.

En 1932 se localizó una infestación de unas 1,000 millas cuadradas cerca de Pittston, Filadelfia, y en 1948 se descubrió otra infestación de más de 250 millas cuadradas en Quakertown, Filadelfia, reprimiéndose ambas por medio de rocíos de DDT aplicados desde aeroplanos. En 1951 sólo se sabía que existiera una infestación aislada en Pennsylvania, que fue descubierta cerca de Pittston en agosto de ese año después de la captura de algunos machos de la mariposa gitana en dos trampas cercanas.

El área infestada de la Nueva Inglaterra y New York está reglamentada por la Cuarentena Federal No. 45. Su propósito consiste en evitar la propagación de la mariposa gitana a las regiones no infestadas del país y los envíos de material reglamentado de plantas fuera del área infestada deben ir acompañados de un certificado de inspección.

La defoliación producida por la mariposa gitana causa daños económicos, ya que al final mata los árboles, retrasa su crecimiento o crea otras condiciones que afectan el valor de la tierra. La cantidad de defoliación varía de año en año.

La muerte de los árboles puede ocurrir debido a una sola o a repetidas defoliaciones y es más extensa cuando el follaje deciduo parcialmente desarrollado de los botones primarios ha sido destruido por fuertes heladas a principios de la misma estación y cuando la defoliación ocurre durante largos períodos de sequía. Los árboles de pino blanco y algunas otras coníferas mueren casi siempre después de una sola caída del follaje.

Los cálculos basados en un estudio de 20 años de unos 200 puntos de observación representativos en el este de la Nueva Inglaterra hacen llegar el valor de todos los árboles de madera dura destruidos en esas áreas a 16 millones de dólares. Los cálculos posteriores para el resto del área infestada durante ese período fijaban las pérdidas en 10 millones de dólares. No se ha hecho una evaluación de la mortalidad consiguiente de árboles jóvenes de pino blanco, que ha continuado desde que se hicieron esos estudios y que es difícil de calcular, porque esos árboles generalmente mueren antes de que hayan alcanzado un crecimiento suficiente para que su valor no sea simplemente potencial.

Un efecto significativo de la defoliación es la pérdida sufrida en el incremento del crecimiento de los árboles. Aparentemente la pérdida de crecimiento en los árboles varía en proporción con la cantidad de defoliación. Un árbol defoliado en un 75% generalmente sólo producirá un 25% de su crecimiento anual normal. Los cálculos hechos estiman la pérdida monetaria del crecimiento de los árboles como resultado de la defoliación y la consiguiente pérdida de madera en el área infestada a un promedio de 1.5 millones de dólares anuales.

La muerte de los árboles en los bosques crea varios problemas: uno de ellos es el aclaramiento de los plantíos de los bosques que afecta el crecimiento excedente, de manera que el desarrollo subsecuente de los árboles puede ser inadecuado o de inferior calidad para usarse como madera. Elimina también

la buena cobertura forestal que ayuda a reglamentar el flujo de los arroyos y disminuye las inundaciones. La pérdida de árboles en los lugares de recreo disminuye el valor de la tierra y la producción de fauna. Las graves infestaciones de orugas pueden hacer que un lugar se vuelva desagradable para los visitantes y aumentan los riesgos de propagación de la plaga por el público visitante.

El planeamiento eficaz de las operaciones de rociado necesita ir precedido de inspecciones que delimiten las áreas de infestación. Antes de que se establezcan las prioridades para los rocíos hay que saber si el crecimiento tiende a producir un rápido aumento de las infestaciones y hay que determinar si las características físicas del bosque son de tal naturaleza que aumenten los riesgos de la propagación.

El empleo de trampas especiales es una forma eficaz y económica de inspeccionar extensas áreas para descubrir si existen infestaciones de la mariposa gitana y para verificar la eficacia de las operaciones de rociado. Las trampas se dotan con señuelos de una sustancia que atrae a los machos adultos de la mariposa gitana en un radio de media milla o más. La sustancia se obtiene cortando los dos últimos segmentos abdominales o extremo de las hembras vírgenes adultas, colocándolos en benzol, lo que extrae el material de las glándulas sexuales. Los extremos se tratan entonces en Beltsville, Maryland, a fin de estabilizarlos y aumentar la potencia del atrayente y luego se emplean en proporción de 15 de esos extremos por trampa. Se ha obtenido el material recolectando grandes cantidades de crisálidas hembras en áreas gravemente infestadas, pero el rociado de esas extensas áreas ha disminuido el número de crisálidas disponibles en los Estados Unidos de Norteamérica.

Las trampas más eficaces se hacen de latas de desecho de unas siete pulgadas de largo y cuatro pulgadas de diámetro y se les conoce con el nombre de trampas Graham. El atrayente sexual se coloca dentro de un cartucho de cartón y el interior de la trampa se cubre con una sustancia pegajosa que atrapa las mariposas. Los extremos de las latas tienen mallas de alambre en forma de cono con agujeros en su centro para permitir que entren las mariposas.

Las trampas se cuelgan con alambres de los árboles y se espacían uniformemente en la zona que se trata de inspeccionar. Se colocan en el campo no más tarde de principios de julio, antes de que se inicien los vuelos de las mariposas, y se quitan a fines de agosto o principios de septiembre. Las trampas se inspeccionan cada siete a diez días para remover las mariposas que se encuentran en ellas y renovar la sustancia pegajosa.

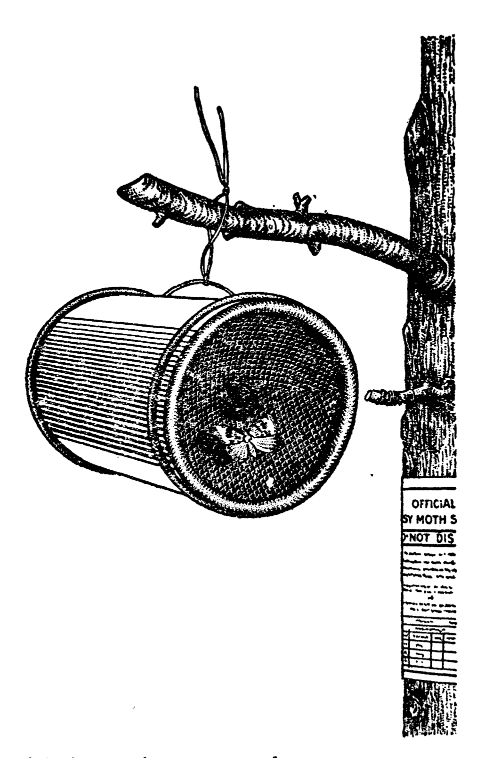
Durante el verano de 1950 se emplearon esas trampas en Nueva York, Pennsylvania, Nueva Jersey, Vermont, Massachusetts, Rhode Island y Connecticut, colocándose un total de 19,608 de ellas en áreas que comprendían casi 7.104,000 acres, no habiéndose capturado ninguna mariposa en Pennsylvania y Nueva Jersey.

En el otoño e invierno se hacen jiras de inspección en la vecindad de las trampas en las que se capturaron mariposas durante el verano, así como en las áreas en donde no se emplearon trampas y en donde se sabe que ocurren infestaciones a fin de determinar la extensión e intensidad de las mismas. Se hacen también esas jiras de inspección en aquellos puntos en donde podrían iniciarse infestaciones debido a las importaciones de masas de huevos o larvas vivas por los vehículos de cualquier clase. Este último trabajo se limita en gran parte a las grandes carreteras, centros de población, áreas recreativas, terminales de transporte, parques estatales y otras localidades de tipo semejante. Durante el e invierno de 1949-1950 se inspeccionaron más de 1.837,000 acres y se loca-on 888 infestaciones.

El rociado se hace en primavera y se da prioridad a las áreas en donde las investigaciones han indicado que es mayor el riesgo de propagación de la plaga.

Desde 1946 se ha empleado exclusivamente el DDT contra la mariposa gitana, siendo más eficaz el empleo de una solución aceitosa de DDT a una concentración de 12% aplicada en proporción de un galón por acre. Durante la primavera de 1950 se rociaron más de 600,000 acres de territorio infestado por medio de aeroplanos y de rociadores de superficie diseñados especialmente.

Durante los primeros años de ese trabajo se emplearon rociadores hidráulicos para rociar con arseniato de plomo los lugares infestados. Actualmente el personal federal emplea los aeroplanos y equipo de rociadores que son más eficaces y económicos, pero se usa todavía el equipo hidráulico en las pequeñas operaciones comerciales de rociado. Un aeroplano C-47 propiedad del Gobierno, equipado para aplicar soluciones de DDT, puede rociar en una hora una área que antes necesitaba nueve unidades hidráulicas durante toda una estación. Los costos federales de operación del equipo hidráulico eran en promedio de 25 dólares por acre, mientras que las soluciones aceitosas de DDT pueden aplicarse desde aeroplanos o con equipo rociador a menos de un dólar por acre. Se ha extirpado por completo la mariposa gitana cuando la solución se aplica en debida forma, y se han adaptado para este trabajo los pequeños biplanos de un solo motor del tipo N3N-3, así como los de motores múltiples semejantes al C-47.



Mariposa gitana entrando a una trampa.

Los pequeños biplanos están dotados con tanques de insecticida de 90 y 110 galones colocados en el compartimiento delantero. El insecticida se bombea bajo presión de los tanques a las toberas de aspersión por medio de una pequeña bomba de engranes colocada debajo del fuselaje inmediatamente adelante del tren de aterrizaje. La bomba se mueve con una pequeña hélice conectada a ella, montada en cojinetes de bolas y equipada con un mecanismo de freno. El movimiento hacia adelante del aeroplano hace girar la hélice a una velocidad aproximada de 2,500 revoluciones por minuto, y ésta a su vez hace funcionar la bomba. El flujo de insecticida se regula por medio de válvulas de solenoide colocadas en un lugar apropiado y manejadas eléctricamente desde un tablero en la cabina del piloto. Los aeroplanos vuelan aproximadamente a 50 pies sobre las copas de los árboles, a una velocidad aproximada de 80 millas por hora, bombeando la solución de insecticida en proporción de 20 galones por minuto y rociando una faja de 100 a 110 pies de ancho.

Los aeroplanos C-47 llevan dos tanques cilíndricos a prueba de aceite forrados de hule, con una capacidad de 922 galones de insecticida. Una bomba centrífuga con motor de gasolina montada atrás de los tanques fuerza la solución de insecticida a través de una tubería de aluminio y conexiones de manguera a las

pértigas aerodinámicas montadas debajo de las alas y fuselaje. El flujo del insecticida a las pértigas se regula por medio de válvulas que funcionan con motores eléctricos, y las toberas, dotadas de pequeñas válvulas de retención, quedan espaciadas a lo largo de las pértigas para aplicar las cantidades adecuadas de la sustancia insecticida. Este aeroplano vuela a 150 millas por hora y de 150 a 200 pies sobre los árboles, aplicando el insecticida a razón de 150 galones por minuto. El ancho de la faja efectiva es aproximadamente de 600 pies y las dosis se aplican normalmente en proporción de un galón de solución por acre. En una estación normal pueden tratarse 15,000 acres con un pequeño biplano y 80,000 acres con un aeroplano C-47.

Se necesitan grandes facilidades de almacenamiento y mezclado para dotar los aeroplanos con insecticidas suficientes en operaciones de rociado en gran escala. Los tanques de mezclado están dotados con unidades de calentamiento a fin de que los insecticidas puedan calentarse a 80° F. para facilitar la disolución del grado técnico de polvos de DDT en el aceite.

Los rociadores de superficie son eficaces para el tratamiento de los bosques a lo largo de los caminos y carreteras y se emplean también para rociar localidades tales como patios de desperdicios a fin de evitar la propagación artificial del insecto. Las unidades de aspersión se montan en camiones adecuados para moverse a lo largo de caminos vecinales y veredas. La velocidad de los camiones y la descarga de los rociadores se regulan en tal forma que la solución aceitosa de DDT se aplique en proporción de un galón por acre.

Las operaciones de rociado en gran escala requieren una cuidadosa planeación. Se preparan mapas que muestran las áreas que van a tratarse e inmediatamente antes de la estación de rociado se colocan indicadores de dirección del viento en localidades apropiadas para que sirvan de guía a los aeroplanos, y se entrevista a los dueños de terrenos, funcionarios de las ciudades y pueblos, comisionados de aguas, autoridades de caza y pesca y a la policía, y durante las operaciones y después de ellas las radiodifusoras informan a los habitantes sobre los propósitos y progreso de los programas.

Antes de iniciarse los rocíos diarios se colocan pequeños platos de vidrio en la tierra a ángulo recto con la línea de vuelo a fin de verificar la distribución de los depósitos de rocío. Los platos que no quedan bien cubiertos indican las áreas que deben volverse a rociar.

Los globos de 6 pies de diámetro inflados con helio y en forma de dirigible han demostrado su eficacia para guiar a los grandes aviones de motores múltiples, ya que son visibles en un radio de 2 a 5 millas.

En Nueva Jersey y Pennsylvania se suministraron fondos y mano de obra para complementar los esfuerzos federales, y desde 1935 las investigaciones efectuadas en Nueva Jersey han sido llevadas a cabo por el Estado. En Pennsylvania la colocación de trampas se ha hecho en forma cooperativa y el Gobierno Federal ha suministrado la supervisión técnica. En el Estado de Nueva York, además de la supervisión de los programas de trabajo, el Departamento de Conservación del Estado ha suministrado el personal y gran parte de los insecticidas y solventes empleados en las extensas operaciones de aspersión.

La cooperación entre el Departamento de Conservación de la Comunidad de Massachusetts, los condados de Barnstable y Plymouth y las municipalidades de los mismos han permitido tratar completamente con aspersiones los dos condados en los años de 1949 y 1950.

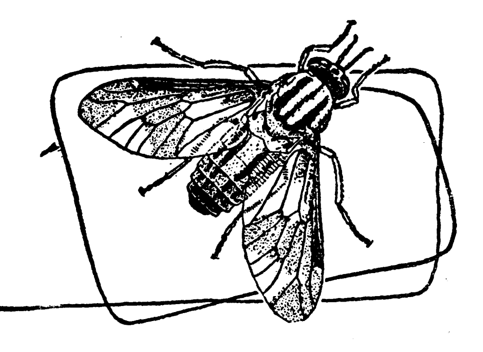
El principal objetivo a largo plazo es la extirpación eventual en los Estados Unidos de Norteamérica de la mariposa gitana.

Los objetivos inmediatos son: Llevar a cabo inspecciones de recolección y vigilancia en Pennsylvania hasta obtener una exterminación completa; eliminar

la infestación general en Nueva Jersey para 1953 de manera que en los años subsecuentes sólo haya que hacer la limpieza de las infestaciones incipientes y aisladas que puedan quedar; disminuir la intensidad de la infestación en el oeste de la Nueva Inglaterra y disminuir los riesgos de la propagación de la plaga hacia el Oeste; continuar los programas coordinados de extirpación cooperativa en gran escala en el sureste de Massachusetts y suministrar la supervisión técnica y una ayuda limitada a los Estados, condados, ciudades y pueblos que trabajan en la represión en los Estados de la Nueva Inglaterra.

JOHN M. CORLISS *ha estado relacionado con los trabajos sobre enfermedades de plantas y represión de insectos desde que se unió al Departamento de Agricultura en 1917. En el programa para evitar la propagación de la enfermedad del moho de ampolla del pino blanco en 1928 estuvo a cargo de la inspección de tránsito en Chicago. En 1943 se le asignó a la división para la represión de la mariposa gitana y quedó a cargo de las medidas de represión contra ese insecto en New Jersey, New York y Pennsylvania hasta 1947 en que se le nombró jefe de la división para la represión de las mariposas gitanas y de cola café.*

Los insectos y la fauna



Los insectos y los vertebrados inferiores

Oliver B. Cope

Los insectos son tan diversos en su estructura y hábitos y se encuentran tan extensamente distribuidos que quedan en estrecho contacto con todos los demás grupos de seres vivientes excepto los organismos que habitan en el mar. Por medio de esos contactos se han visto envueltos en una gran variedad de relaciones con plantas y animales en todos sus grados de complejidad y dependencia. Desde los protozoarios de una célula al hombre, en casi todos los grupos de animales se han desarrollado asociaciones de una u otra clase con los insectos del aire, de la tierra o del agua dulce. Algunas de esas asociaciones son completamente casuales y otras son tan fijas que la existencia del insecto o su vecino quedaría seriamente amenazada con la remoción del otro miembro.

Los vertebrados de sangre fría, los peces, anfibios y reptiles, tienen también hábitos diversos. Los diferentes medios de habitación acuáticos, semiacuáticos, subterráneos, terrestres y forestales los ponen a proximidad de muchas formas de insectos. Muchas de las relaciones específicas entre los dos grupos animales existen desde hace muchos siglos y probablemente no hay otras clases que puedan ilustrar mejor la interrelación que existe entre los insectos y sus vecinos en la Naturaleza. Es también conveniente tener en cuenta las importantes implicaciones económicas de las asociaciones de los vertebrados inferiores, especialmente de los peces.

Los animales vertebrados de sangre fría dependen en grado diferente de los insectos para su subsistencia. A veces, como sucede con las tortugas, prácticamente ningún material de insectos entra en su dieta. Por otra parte, hay grandes grupos de peces que difícilmente podrían existir sin los beneficios de la abundante pastura de insectos que los mantiene. Entre estos dos extremos hay animales vertebrados, sapos, pequeñas culebras y lagartijas, que aunque generalmente no tienen el hábito de devorar insectos con exclusión de cualquiera otra clase de alimento, los injieren en gran número cuando quedan fácilmente accesibles.

Los estudios efectuados por E. M. Uhler, C. Cottam y P. E. Clarke sobre las culebras de Virginia revelaron que casi todas las 15 especies examinadas tenían insectos en sus estómagos, siendo los más frecuentes insectos grandes tales como saltamontes, cigarras y orugas, encontrándose también formas más pequeñas tales como hormigas y pequeños escarabajos. Los desechos de insectos constituían

el contenido total de algunos estómagos, y en otros, menos del 50% del alimento se originaba en los insectos. Sólo unas cuantas de las especies más pequeñas de culebras, tales como culebras verdes, de tierra y de cuello de anillo, son esencialmente insectívoras y los insectos contribuyen en proporción moderada a las dietas de otras de sus especies.

Las lagartijas son definitivamente las más insectívoras del grupo de los reptiles. Muchas de ellas son vegetarianas y las especies mayores se especializan en presas relativamente voluminosas tales como cangrejos y ratones, pero la mayoría de las lagartijas pequeñas que cuentan con lenguas adaptadas a la captura de insectos, ya sea lamiéndolos o golpeándolos fuertemente con ellas, subsisten principalmente de los mismos. J. F. Knowlton encontró que los escarabajos, hormigas, saltamontes y otros insectos terrestres constituyen el componente más común de las dietas de muchas lagartijas. Las lagartijas caimán de espalda roja de la isla de Santa Rosa en California tenían casi totalmente insectos en sus sistemas digestivos, y el 80% de su contenido estomacal consistía en escarabajos oscuros, habiendo también escarabajos de despensa y de la tierra, insectos pestilentes y piojos de las plantas.

Debido a sus hábitos acuáticos o semiacuáticos, los anfibios, las ranas, sapos y salamandras quedan en contacto principalmente con aquellos insectos que nadan o vuelan, aunque los anfibios adultos frecuentemente buscan los insectos que se arrastran, y los mismos anfibios toman fácilmente como alimento grandes cantidades de los insectos que nadan o vuelan. Las salamandras no son muy insectívoras, pero devoran insectos con toda facilidad cuando están accesibles. En los estudios efectuados por D. S. Farner sobre la salamandra tigre encontró que el 74% de los estómagos que examinó contenían artrópodos terrestres, incluyendo hormigas, escarabajos y moscas. El 37% de los estómagos contenían escarabajos acuáticos, moscas y friganas estriadas, y otros investigadores han encontrado moscas de mayo, larvas de frigana y orugas en el alimento de las salamandras.

Las ranas son de poca importancia como devoradoras de insectos, aunque algunas especies los comen en gran número. Al estudiar la rana de grillo occidental, E. W. Jameson, Jr., encontró que los escarabajos constituían el 50% del volumen alimenticio total, las arañas el 24%, las larvas de mosquitos y moscas adultas el 12% y las chinches acuáticas el 7%. W. J. Hamilton, Jr., hizo notar que la importancia de los insectos en la dieta de una especie de ranas varía con el clima y la localidad. En verano y otoño, cuando generalmente quedan restringidos los medios acuáticos en su área, los saltamontes se vuelven más importantes que en primavera. En las ranas jóvenes y adultas, los escarabajos, moscas, saltamontes y orugas constituyeron el 60% del total alimenticio en los estómagos estudiados.

Los sapos dependen más de los insectos para su nutrición que los demás anfibios. Los verdaderos sapos, aunque son omnívoros, comen sólo alimento vivo y que se mueva y están dotados de un aparato digestivo extremadamente rápido en su funcionamiento, consumen grandes cantidades de insectos. A. H. Kirkland precisó que el 77% del alimento consumido por los sapos *Bufo* durante una estación provenía de los insectos, confirmando la reputación de esa especie de ser de gran valor económico como extirpador natural de las poblaciones de insectos. H. J. Pack hizo notar que las grandes poblaciones de *Bufo woodhousii* en Utah, en agosto de 1921, se alimentaban exclusivamente en los gusanos de telaraña de la remolacha. Cada sapo pequeño tenía de 24 a 40 gusanos en su estómago. Había una gran concentración de sapos en esa área y todos comían gusanos de telaraña con una completa exclusión de su dieta normal, hábito que contribuyó grandemente a la represión de esos perjudiciales insectos. El

sapo de pata de azadón en su etapa prematura es un gran devorador de insectos acuáticos, especialmente las larvas y crisálidas de los mosquitos.

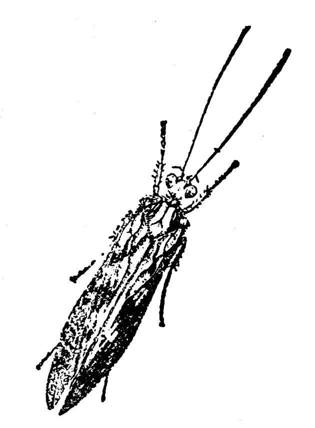
La relación de devoradores y presas existente entre los peces e insectos se conoce y se comprende mucho mejor que las de otros vertebrados de sangre fría. Los peces que viven en los océanos no utilizan los insectos como componentes principales de su dieta debido a que están escasamente representados en los mares. Los peces anadromos que viven en agua dulce durante ciertas etapas de su ciclo vital dependen casi por completo en los organismos de insectos durante esa etapa de agua dulce. Hay también peces que habitan en agua salada y que consumen gran cantidad de insectos entre otros organismos en la búsqueda de alimentos. Sin embargo, es en el verdadero medio de agua dulce donde se llega al máximo en la utilización de los insectos como alimento de los peces y es obvia la deuda de los peces de aguadulce a ellos, consumiéndose insectos herbívoros y carnívoros, ya sean acuáticos o terrestres.

La relación existente entre una población de insectos y una población determinada de peces adultos puede ser directa o indirecta. El pez puede capturar un insecto acuático en el agua de un arroyo o lago o en el fondo. Un insecto volador cuyos hábitos son terrestres puede ser capturado en el aire o en la superficie del agua. Los insectos herbívoros, tales como las larvas de mosquitos, pueden ser devorados por las especies carnívoras tales como las crisálidas de la mosca de piedra, que a su vez pueden ser devoradas por los peces de los arroyos. Los insectos pueden contribuir a la dieta de un pez grande cuando son devorados por un pez pequeño, que a su vez es capturado por otro más grande. Ciertos peces pueden utilizar los insectos acuáticos durante la primera etapa de su desarrollo antes de que cambien sus hábitos dietéticos. Por ejemplo, la lobina negra de hocico grande injiere enormes cantidades de insectos hasta que alcanza un largo de unas cuantas pulgadas y después de ese período los peces pequeños reemplazan a los insectos como parte principal de su dieta. Todas estas posibilidades ocurren diariamente en la dinámica de la utilización de alimentos.

Los sitios de habitación en los arroyos usados extensamente por los peces cuentan generalmente con una gran variedad y abundancia de insectos acuáticos. Los arroyos que se consideran adecuados para las truchas y las lobinas negras de hocico pequeño están bien dotados de estanques y hendiduras y la topografía del fondo, además de proporcionar áreas de descanso y alimentación y sitios de incubación para los peces, contribuyen al sostenimiento de una gran variedad de insectos acuáticos. Las truchas de la mayoría de los arroyos subsisten principalmente de esos insectos, mientras que los insectos terrestres que caen en el agua forman generalmente la segunda porción importante de su dieta.

Las formas acuáticas se asocian a los tipos especiales de los lechos de los arroyos. En las hendiduras en las que el agua poco profunda fluye rápidamente sobre fondos de grava ocurren los insectos con mayores necesidades de oxígeno, las primeras etapas de moscas de piedra, moscas de mayo, friganas, escarabajos, moscas verdaderas y otras clases. En la mayoría de los arroyos esas hendiduras contienen cantidades mucho mayores de insectos que las que se encuentran en los estanques. Éstos, sin embargo, proporcionan gran número de larvas de moscas y crisálidas de moscas de mayo que sirven de alimento a los peces, así como de depósitos temporales de insectos terrestres que caen en el agua.

Los tipos de insectos que dominan en las muestras estomacales de los peces de arroyo siguen generalmente ciertas normas, que sólo varían ligeramente de acuerdo con la naturaleza física del lecho del arroyo y las características químicas del agua. Las moscas de mayo o friganas ocupan generalmente el lugar prin-



La frigana estriada, phryganea vestita.

cipal en la dieta de las truchas y salmones y son de menor importancia las verdaderas moscas, moscas de piedra, escarabajos, cochinillas y crisálidas de libélulas y moscas del damasco. A menudo las truchas devoran grandes cantidades de una clase especial de insectos, sin importar el grupo a que pertenezcan, probablemente porque esos insectos quedan accesibles como alimento. Esto ocurre con frecuencia, por ejemplo, en las épocas de brotes de las moscas de mayo. Se ha notado que las lobinas adultas de hocico pequeño prefieren las crisálidas de moscas de mayo a otros insectos, quedando las libélulas, moscas del damasco y escarabajos verdaderos en segundo lugar. Las moscas de piedra, friganas y escarabajos se aprovechan hasta cierto punto y las mariposas y especies de alas con nervaduras se consumen en cantidades limitadas. Las lobinas tiernas de hocico pequeño prefieren los pequeños organismos, e injieren casi exclusivamente larvas de mosquitos en junio, tanto de las hendiduras como de los estanques. En julio se consumen grandes cantidades de crisálidas de moscas de mayo, pero las larvas de moscas continúan siendo el tipo principal de alimento. En agosto las crisálidas de moscas de mayo se convierten en el principal alimento.

Los pescadores deportivos o de importancia comercial en los arroyos no son los únicos que dependen de los insectos para su alimento. Los peces inferiores o indeseables, aquellos que generalmente no se buscan por su valor alimenticio o deportivo y que a menudo hacen presa o compiten con las especies valiosas, consumen también su ración de insectos como alimento. Sin embargo, los insectos devorados por los pequeños peces inferiores pueden al final ayudar a la formación de la carne de una especie valiosa. Por ejemplo, una mosca de mayo devorada por un lompo tierno que emigra río abajo hasta un lago en donde es víctima de un lucio. Los contenidos estomacales de algunos miembros de la familia de los varios, que sirven en la naturaleza como alimento de los peces valiosos, incluyen comúnmente el material de insectos como principal componente en dondequiera que se encuentre disponible. Algunos miembros de esta familia son el albur, el vario, escarcho, coto, pez negro, carpa y carpa plateada. Otros peces no deportivos que dependen de varios grados de los insectos son las rémoras, espinos, algunos varios y cotos inferiores.

Los peces que habitan en los lagos aprovechan los insectos y escarabajos casi tanto como los que habitan en los arroyos. Los pequeños peces que devoran insectos tienen gran importancia en las dietas de los peces de los lagos cuando han llegado a la etapa adulta, pero antes de llegar a ella los pequeños organismos deben constituir la parte principal de su consumo. Los insectos de varias clases caen en categorías adecuadas de tamaño en este aspecto y cuando las condiciones ecológicas pueden sostener poblaciones de insectos lo suficientemente numerosas, los peces de lago más pequeños se sostienen a menudo casi exclusivamente con la fauna de insectos.

Las truchas de los lagos y lagunas varían sus dietas de un sitio a otro y de una estación a otra. Aunque sazonan su alimento con una variedad de crustáceos, moluscos y arañas, las truchas generalmente son muy constantes en su aprovechamiento de dos artículos principales, insectos y peces pequeños. Los diversos estudios efectuados sobre el material alimenticio de los lagos han

demostrado que hay muchas proporciones entre esos dos artículos de consumo. J. W. y F. A. Leonard encontraron que las truchas de arco iris de 8 a 12 pulgadas de largo consumían un 40% de insectos y un 30% de peces, que las truchas de arco iris de 12 a 22 pulgadas de largo en el mismo lapso consumían insectos acuáticos en un 18% y un 48% de peces. Las truchas Macknaw del mismo lago y durante los mismos años contenían 11% de insectos acuáticos en volumen y 83% de peces. A. S. Hazzard y M. J. Madsen encontraron que las truchas de garganta roja de 5 a 23 pulgadas de los lagos del Parque Glacier contenían 54% de alimento de insectos. La misma especie, pero de 7 a 21 pulgadas de largo, de los lagos del Parque Teton, tenían un 12% de alimento de insectos y 68% de peces en su estómago.

Otros peces deportivos de los lagos y lagunas aprovechan los insectos en cantidades considerables, y como sucede con las truchas, los peces más pequeños dependen más de ellos que los de gran tamaño. A veces los ojones pueden tener un 90% de insectos en su contenido estomacal. Otras veces los peces espinosos, tales como carpa negra, gobio amarillo, ojón común, ojón de orejas largas, lobina de roca y lobina de hocico grande, consumen grandes cantidades de insectos como alimento. Algunas otras especies que consumen insectos en lagunas, lagos y presas son el esturión, las rémoras, el pescado blanco y los arenques.

En los arroyos y lagos, los insectos entran en la nutrición de la mayoría de los peces de agua dulce y anadromos, devorados por las valiosas especies deportivas, por los peces inferiores, ya sea jóvenes o viejos, tanto por los que se alimentan en el fondo o los que se alimentan con plancton. Las dietas varían de un lugar a otro y de tiempo en tiempo, pero si se privara de los insectos a cualquier población de peces para su subsistencia, especialmente los de agua dulce, se les obligaría a adoptar nuevos hábitos de alimentación o a morir de inanición.

La relación que se conoce más comúnmente entre los insectos y los vertebrados inferiores, la de cazadores y víctimas, frecuentemente se invierte en la Naturaleza. Algunos insectos tienen el hábito de atacar ferozmente, matar y alimentarse en los peces y sus vertebrados relativos. El factor limitativo más importante en este tipo de comportamiento es el tamaño, pero aun las extraordinarias ventajas en este aspecto a veces no son de importancia para ciertos tipos de insectos de presa que están especialmente bien dotados para el ataque. Una trompa larga y aguda como la del Naucórido o un juego de robustas y afiladas mandíbulas de la clase que tienen muchos escarabajos pueden ser muy eficaces para vencer víctimas mucho mayores que el insecto que las ataca.

Entre los insectos devoradores de peces que mejor se conocen están ciertos escarabajos acuáticos, algunos de cuyos adultos atacan habitualmente los peces y otros cuyas larvas son de presa. Los escarabajos carnívoros que penetran en el agua ocupan probablemente el lugar más importante y sus larvas y adultos devoran comúnmente los peces aun cuando sean varias veces mayores que ellos.

Los cultivadores de peces de estanque temen a los grupos *Dytiscus* y *Cybister*. Estos escarabajos atacan los peces de varias especies bajo condiciones normales y constituyen una amenaza especial para los peces recientemente incubados. Cuando ocurren situaciones en que los predatores naturales no pueden controlar los escarabajos, a menudo los pequeños pececillos son devorados tan rápidamente como nacen. Las larvas de los escarabajos acuáticos de la carroña matan habitualmente los pequeños pececillos tanto en la naturaleza como en las instalaciones para el cultivo de peces que juntan gran número de ellos y de esos escarabajos en sitios estrechos. Los escarabajos generalmente son omnívoros, pero algunas especies de *Hydrous* tienen el hábito de devorar peces como parte de su dieta. En los estanques de peces las larvas de *Hydrous* han diezmado las

poblaciones de peces búfalo y carpas, habiéndose encontrado restos de peces en los estómagos de 12 de las 50 larvas que se examinaron en una serie de estudios.

Otra familia de escarabajos digna de mencionarse es la de los girines. Tanto las larvas como los adultos devoran comúnmente los peces en condiciones naturales y los cultivadores de peces procuran siempre mantener sus estanques libres de esos predatores. El género *Dineutes* tiene especies que aun en presencia de una gran abundancia de otros alimentos prefieren atacar en enjambres a un pez hasta que sucumbe.

LOS VERDADEROS ESCARABAJOS DE AGUA SON UNOS de los más importantes entre los insectos que destruyen los peces. Son vigorosos nadadores, pueden volar perfectamente y a menudo son de gran tamaño, estando dotados con formidables partes bucales que perforan y succionan. Los escarabajos acuáticos gigantes están tan estrechamente asociados con las depredaciones que sufren los peces que a veces se les llama asesinos de los peces. Esos escarabajos vencen a los peces de muchas especies y los devoran en los estanques y otros lugares acuáticos, y los grandes ejemplares de escarabajos acuáticos gigantes de cuatro pulgadas o más de largo, a menudo asaltan las truchas de un pie de largo. Los destructores hábitos de dos de esos escarabajos, *Belostoma* y *Lethocerus,* son responsables de la mortalidad de gran número de peces de muchas especies en la Naturaleza. Los nadadores de dorso o Notonéctidos son famosos por sus ataques a los peces jóvenes, y los muerde-dedos, que les están relacionados, a menudo destruyen los peces pequeños.

Se ha acusado a las libélulas y moscas del damasco como destructoras de los peces pequeños. Las crisálidas de las especies más grandes, especialmente la *Aeschina* y la *Anax,* son sumamente notorias. Los primeros cultivadores de peces estaban siempre alertas para descubrir la presencia de grandes crisálidas de libélulas en sus estanques, pero esas crisálidas no atacan los peces y de hecho se ha refutado la idea de que aun las más voraces devoren habitualmente los peces, sin que existan a la fecha pruebas concluyentes de que las poblaciones de peces sufran materialmente a causa de sus ataques.

Ciertas friganas prematuras atacan los peces y los matan. Las larvas de las friganas que tejen redes se consideran como una amenaza de menor importancia en los criaderos de truchas y salmones. Esas larvas predatoras que tejen redes penetran a los canales de incubación con el flujo del agua y enredan y se alimentan con las pequeñas truchas y salmones. Sólo hasta que los peces han alcanzado un tamaño suficiente para evitar que se enreden en sus redes escapan a los ataques de las larvas. Esas larvas atacan también habitualmente los pequeños pececillos en la Naturaleza, y no es raro al extraer un nido de salmones encontrar una de esas larvas en el momento de atacar un pececillo recién incubado que apenas inicia su ascensión a través de la grava hacia la corriente de agua en la parte superior. En total, la seducción significativa de las poblaciones de peces en la Naturaleza o en los criaderos debida a actividades de los insectos no es muy frecuente, y cuando ocurre se debe casi siempre a los escarabajos acuáticos o terrestres.

Las etapas prematuras de las ranas y salamandras son también vulnerables a los ataques de los insectos predatores acuáticos de mayor tamaño. Esos insectos y escarabajos atacarán las larvas y renacuajos en condiciones naturales y pueden ejercer cierto grado de represión en una población anfibia.

UN EJEMPLO DE REPRESIÓN BIOLÓGICA EFICAZ en el campo es la supresión de los insectos acuáticos perjudiciales por medio de la introducción de peces en las aguas en que aquéllos se reproducen. Se han reprimido los mosquitos en sus etapas

de larvas y crisálidas en áreas tropicales y subtropicales con este método. Se han controlado también los cínifes cuyas etapas prematuras son fácilmente accesibles a los peces por medio de la implantación de especies adecuadas de peces en las aguas infestadas. Una larga historia de dificultades y fracasos al tratar de introducir peces con este fin comprueba el hecho de que generalmente el éxito no se obtiene sin considerable reflexión y planeamiento. Cuando se descubre la combinación apropiada de peces y medio, sin embargo, el resultado económico de esos esfuerzos puede ser extremadamente satisfactorio.

La práctica de introducir especies adecuadas de peces en las aguas infestadas por los mosquitos para su represión permanente se ha convertido en parte tan indispensable de todo programa de represión de esos insectos en muchas áreas tropicales que se emplean especialistas principalmente para el cultivo y distribución de esos peces. La Fundación Rockefeller y el Gobierno del Brasil, al fundar una organización para la lucha contra el mosquito de la fiebre amarilla, establecieron un servicio de peces que funciona en las ciudades. Este servicio tiene todas las facilidades necesarias para el almacenamiento, transportación e implantación de los peces, así como el personal necesario para supervisar su empleo. El servicio se ha establecido bajo bases permanentes como si fuera un negocio y demuestra la importancia que en esa área tiene la represión por medio de los peces. Muchos otros programas de regiones tropicales consideran que los peces son de primordial importancia en la organización de medidas de represión. En los Estados Unidos de Norteamérica algunos Estados exigen que se conserven peces que se alimentan en la superficie de todos los pequeños estanques.

Se han empleado dos familias de peces bien adaptadas para este propósito en la represión de las larvas de mosquitos. Un grupo compuesto por los varios de superficie, familia de los Poecílidos, es nativo del Nuevo Mundo en climas templados y tropicales, y la popularidad de ciertos varios de superficie como destructores de mosquitos ha llevado a su introducción a otros países. De hecho, en el caso de un vario conocido como *Gambusia,* probablemente no existe ninguna nación importante del mundo en donde no se haya empleado ese pez para diezmar los mosquitos. En los Estados Unidos de Norteamérica la especie *Gambusia affinis* se emplea en California, Texas y el Valle del Mississippi. Otra especie, la *Gambusia holbookii,* se ha implantado en la costa del Atlántico desde Virginia hasta Florida, y otras especies más se han empleado extensamente para la represión de mosquitos en América Central y del Sur, las Indias Occidentales y las regiones mediterráneas, siendo las más populares las conocidas como *Lebistes,* "millones", *Mollienesia,* peces de lodo, *Poecilia* y *Heterandria.* Sus cortos ciclos vitales, abundancia, pequeño tamaño de los adultos que les permite penetrar en la vegetación, fecundidad, hábitos de alimentación en la superficie y facilidad de distribución hace que el empleo de los peces de esta familia resulte muy conveniente para la represión de los mosquitos.

La otra familia de peces preferida por sus hábitos de devorar mosquitos es la de los destructores, familia de los Ciprinodóntidos. Son nativos de las regiones templadas y tropicales, y al igual que los varios de superficie los destructores están dotados de características biológicas y ciclos vitales ideales para las depredaciones en las larvas y crisálidas de mosquitos, habiéndose empleado tanto en sus aguas nativas como en remotas áreas mediante la introducción. En Norteamérica se ha empleado la especie *Fundulus* en los programas contra los mosquitos llevados a cabo en las marismas saladas de la costa del Atlántico. En la América Central y del Sur, otra especie, la *Rivulus,* ha servido admirablemente en los trabajos de disminución de los mosquitos y se cuenta entre los predatores empleados más extensamente en esas regiones. En la región medite-

rránea la especie *Fundulus* y otra más, la *Cyprinodon,* han contribuido a esa represión.

Algunas otras familias de peces tienen miembros que son eficaces en las campañas contra las larvas. En la familia de los varios los ciprínidos, las bien conocidas y pequeñas carpas doradas, hacen a menudo un buen trabajo en la supresión de larvas de mosquitos en las fuentes de los jardines y otros estanques artificiales. El *Pygidium,* o pescado gato, ha sido un éxito en la América del Sur, de donde es nativo, y se han empleado allá varios otros peces en la lucha contra los mosquitos.

UN SEGUNDO EJEMPLO DE UNA COMBINACIÓN AFORTUNADA para la represión biológica se refiere a un anfibio. Una larga historia de pérdidas económicas en la caña de azúcar en áreas tropicales debido a los estragos de las larvas del escarabajo de junio hizo que se investigaran las posibilidades de represión en Puerto Rico. Las larvas tenían varios enemigos naturales, entre los que se incluían las lagartijas y los pequeños sapos de los árboles, pero estos predatores eran demasiado pequeños para que ejercieran una represión eficaz. Se recomendó la importación de los grandes sapos nocturnos en Puerto Rico como una posible solución del problema de las larvas blancas. De acuerdo con esa recomendación, se llevaron a la isla y se soltaron en ella adultos del sapo gigante de Surinam *(Bufo marinus),* que devoraron las larvas blancas, y el *Bufo* salvó las inversiones de caña de azúcar en Puerto Rico. En 10 años las larvas se han vuelto muy escasas en la isla.

El éxito del *Bufo marinus* en Puerto Rico originó su introducción a otras áreas tropicales y su importación a las Islas Hawaii se hizo con el fin de reprimir otra plaga de la caña de azúcar, el escarabajo oriental. A la fecha los sapos están llevando a cabo una buena labor para la represión de esos insectos.

Otro sapo cuyo empleo se ha sugerido para la represión de insectos es el *Scaphiopus* o sapo de pie de azadón. En este caso es el renacuajo más bien que el adulto el que ha llamado la atención debido a su apetito y al equipo con que está dotado para capturar larvas de mosquitos. Este renacuajo ha comprobado su eficacia para limpiar de larvas de mosquitos los depósitos de agua y otros sitios temporales de almacenamiento y se ha sugerido para usos similares en depósitos permanentes de agua.

Los renacuajos tienen generalmente un gran valor como exterminadores de insectos, especialmente en los trópicos, y de hecho se emplean en muchos lugares como sustitutos de los insecticidas para la extirpación de las plagas de los jardines. Su rápida capacidad digestiva y su hábito de escoger solo alimento vivo o que se mueva, hace que los renacuajos puedan consumir enormes cantidades de insectos diariamente.

Entre los reptiles, las lagartijas son indudablemente los mejores reguladores potenciales de las poblaciones de insectos, debido a su hábito natural de emplear insectos en su dieta. En los trópicos tienen casi la misma importancia que los pájaros como destructores de insectos. Generalmente las lagartijas no se emplean hasta el punto de introducirlas en las áreas infestadas por los insectos, pero en muchas regiones tropicales tienen libre acceso a la mayoría de las casas.

EL BIÓLOGO DE LOS CRIADEROS DE PECES CUENTA con muchas técnicas de campo que ayudan al bienestar de las poblaciones de peces de agua dulce. Muchas de sus prácticas de manejo consisten en modificaciones bastante drásticas de los ambientes físicos de los peces a fin de mejorar las condiciones del desove, disminuir la mortalidad o promover su crecimiento. Muchas técnicas se inician expresamente con el objeto de incrementar el crecimiento de los peces aumentando las cantidades de insectos para su alimento, lo que se consigue por

medio de cambios previsibles en los sitios de habitación de los insectos, proyectándose para suministrar condiciones acuáticas que promoverán el rápido y constante desarrollo de la fauna de insectos. En realidad, por tanto, gran parte del manejo de los peces de agua dulce a través de cambios en su ambiente consiste en el buen manejo de los insectos acuáticos.

El cuidado de los lagos ofrece muchas posibilidades. El empleo de diversos métodos puede afectar a los peces solamente en forma indirecta mediante la mejoría de las condiciones para la existencia de los insectos, pero a menudo los resultados son muy rápidos. El cambiar la temperatura de un lago generalmente afecta en forma directa la fauna de insectos. Los lagos pueden calentarse aumentando el área de bajos o bancos, lo que produce un aumento en el alimento de los peces. El control de la contaminación se encamina generalmente en forma directa hacia la mejoría de las condiciones químicas para los peces mismos, pero a menudo hace más abundantes los insectos acuáticos. La regulación del nivel de agua iniciada primordialmente para beneficio de las condiciones de desove o para evitar el embarrancamiento de los peces frecuentemente produce condiciones más estables que favorecen los organismos de insectos empleados como alimento. El proporcionar abrigo en forma de troncos o maleza da a los peces sitios de alimentación en donde los organismos acuáticos quedan fácilmente accesibles. Cuando el administrador de un criadero de peces retrasa la acción de las olas en los lagos, a menudo aumenta la producción de insectos al disminuir el limo en el agua y, por tanto, aumenta la penetración de la luz. El cuidado de los competidores en un lago crece en forma bien definida la fauna de insectos, ya que cuando se compite con ellos como alimento el problema significa el mejor empleo del material de insectos disponible. La regulación del crecimiento de las plantas en un lago acrecienta directamente la fauna de insectos que se encuentra presente y significa un paso en la promoción de cadenas de alimentos y un sitio de establecimiento para insectos acuáticos. El aumento del alimento natural en los lagos se obtiene, por tanto, en varias formas por el administrador de criaderos, o, como ya dijimos antes, fertilizando químicamente el agua, controlando directamente su transparencia y temperatura, creando extensas áreas de bancos o bajos y proporcionando abrigo a los organismos de insectos.

Los arroyos son susceptibles a las mismas técnicas que los lagos. A menudo se emplean algunos otros cambios mecánicos en el manejo de los arroyos a fin de obtener mejores condiciones hidráulicas para los peces y un mejor ambiente para los insectos en los que aquéllos se alimentan. La fertilización química para la aceleración de las cadenas alimenticias, el control de la contaminación, la regulación de los competidores, la promoción del crecimiento de las plantas y las provisiones de abrigos pueden emplearse para alterar el ambiente de un arroyo a fin de favorecer los peces que lo habitan. Algunos de estos procedimientos generalmente afectan de modo favorable a los insectos acuáticos en los que se alimentan los peces.

La construcción de represas para beneficio de los peces es una práctica común en los programas de mejoría de los arroyos. La represa de retención, una estructura baja que se coloca a la salida de un lago en las montañas, detiene las excesivas crecientes de primavera en los arroyos inferiores a ella y mantiene los flujos de verano. La retención de las crecientes de primavera evita el deslave de las poblaciones de insectos mientras que los constantes flujos de verano proporcionan una mayor superficie en el lecho de los arroyos para la producción de insectos que viven en los fondos. La presas altas, que retienen aguas más profundas, sirven a veces como reguladoras de la temperatura del agua en las corrientes inferiores. Las altas temperaturas del agua en invierno abajo de

esas presas ayudan al crecimiento y multiplicación de los insectos, produciendo condiciones favorables de alimentación para los peces.

La colocación de piedras u otras obstrucciones en los arroyos es otra medida de buen manejo que mejora las condiciones para los insectos acuáticos. Esas obstrucciones cambian las normas del flujo del agua creando nuevas áreas de agua profunda y tranquila que sostendrán una nueva fauna de insectos. En las corrientes rápidas las obstrucciones generalmente alteran las condiciones económicas en favor de los peces y de su principal alimento, los insectos acuáticos. Otras estructuras, los deflectores, se colocan en los arroyos que corren rápidamente, a fin de cambiar las características del flujo y formar estanques. Construidos con troncos o rocas inamovibles, esos deflectores de los arroyos causan a menudo una marcada mejoría en la productividad de vida del arroyo.

Pueden hacerse cambios físicos aún más drásticos en los arroyos desviando su curso. Éste se hace generalmente con un propósito específico, pero por regla general resulta en la creación de una sección de arroyo que es más adecuada para la vida de los peces y para la producción de alimento. Cuando se producen nuevas estrías en el fondo con este método, la producción de alimento aumenta proporcionalmente.

Los BIÓLOGOS QUE SE OCUPAN DE LOS PECES y otros vertebrados de sangre fría no pueden evitar las implicaciones de los tratamientos de campo con casi cualquiera de los nuevos insecticidas más tóxicos. Los biólogos de los criaderos de peces tienen que estar especialmente alertas, ya que ciertos espacios de agua han sido el punto focal de los tratamientos contra muchas plagas de insectos y tienen que tener en cuenta los efectos de los insecticidas en los mismos peces debido a un envenenamiento directo. Tienen que interesarse también en los efectos que los nuevos insecticidas causan en los insectos acuáticos que consumen los peces. Pueden causarse daños indirectos a los peces en dos formas distintas: cuando consumen insectos saturados con sustancias tóxicas y cuando se les priva de la porción principal de su alimentación si se destruyen con insecticidas los organismos alimenticios.

Se emplean tratamientos de campo en gran escala con insecticidas contra los mosquitos. Afortunadamente muchos de los sitios ecológicos frecuentados por las larvas y crisálidas de ellos no tienen importancia como habitación de los peces. Los mosquitos emplean generalmente aguas tranquilas y poco profundas, a menudo de naturaleza temporal e inaccesibles para los peces. En esos sitios el daño a los peces es menor cuando se emplean métodos bien controlados para la aplicación de sustancias tóxicas. Sin embargo, las aspersiones desde aeroplanos empleadas contra las larvas de mosquitos pueden ser peligrosas para los peces que se encuentran en áreas adyacentes a las tratadas. En 1950, en el Valle de San Joaquín, en California, se emplearon aeroplanos para hacer aspersiones con toxafeno en una solución de petróleo con un emulsificante, en proporciones hasta de una libra por acre de superficie de agua, dosis considerablemente mayor que la de 0.2-0.3 empleada comúnmente por acre. Los biólogos de la División de Caza y Pesca de California encontraron grandes cantidades de lobinas negras, ojones y pescados gatos muertos a causa de los tratamientos insecticidas. Esos acontecimientos son raros, sin embargo, y es satisfactorio saber que el moderno supervisor de las disminuciones de los mosquitos tiene en cuenta la situación ecológica cuando emplea insecticidas en el campo.

La represión de los insectos forestales implica a menudo la extensa dispersión de poderosas sustancias tóxicas sobre las áreas forestales a través de las cuales corren arroyos que contienen truchas. En los sitios sumamente boscosos que se tratan desde aeroplanos es impracticable tratar esas áreas sin proteger los arroyos. El problema consiste en escoger el insecticida ideal en concentraciones

tales que destruyan las plagas de insectos forestales mientras que los daños a los peces y a su alimentación se conservan a un mínimo.

Se ha intentado la represión de las larvas y crisálidas de las moscas negras en las aguas corrientes empleando métodos químicos, y es obvio el riesgo a otros organismos acuáticos. Los arroyos en que habitan las moscas negras tienen casi siempre una rápida corriente y contienen generalmente poblaciones de trucha u otros peces valiosos tales como salmones, lobinas de hocico pequeño o sábalos. También necesitan protección las diversas especies de varios y otros peces alimenticios y la fauna de insectos del fondo, tan importante en la alimentación de los peces. Cuando se vacían sustancias químicas directamente en los arroyos para que actúen contra las moscas negras, el problema consiste de nuevo en escoger el insecticida más adecuado que proporcione una represión eficaz e inflija un mínimo de daños a los organismos acuáticos útiles.

Las agencias federales y estatales han hecho experimentos con las nuevas sustancias tóxicas que se consideran como las más prometedoras en las campañas de campo. Se han probado insecticidas contra muchas clases de peces y sus alimentos y se ha establecido un nivel de toxicidad en varios medios acuáticos en el laboratorio y en el campo. Se han probado dosificaciones diferentes y métodos diversos para la dispersión de insecticidas, así que los biólogos de campo cuentan ahora con hechos que los guiarán en el empleo sin riesgo de los insecticidas en el exterior. Los proyectos cooperativos en los que los entomólogos y biólogos de criaderos de peces han trabajado conjuntamente en el campo en estos problemas han tenido éxito.

Las nuevas sustancias químicas sobre las que sabemos más en relación con sus propiedades nocivas para los peces son el DDT, hexacloruro de benzol, clordano y toxafeno, TDE, metoxiclor, parathion y pirofosfato de tetraetilo, habiéndose probado varias fórmulas. Las mezclas más populares consisten en emulsiones de xileno-tritón, soluciones de petróleo, de aceite mineral y de acetona.

La selección de un insecticida de campo implica varias consideraciones: costo, facilidad de manejo, seguridad para el hombre, eficacia para destruir la plaga y seguridad para la fauna. Sobre esta base, el DDT parece ser uno de los insecticidas más seguros para emplearse en forma general. El TDE ha dado resultados prometedores contra ciertas plagas de insectos y sólo es ligeramente tóxico para los peces. El clordano, metoxiclor y hexacloruro de benzol se han empleado experimentalmente contra ciertas clases de peces y podrían usarse bajo condiciones cuidadosamente controladas. El toxafeno es muy tóxico para los peces y sólo debe emplearse con extrema cautela. A menudo el tipo de dosificación puede afectar la toxicidad de los hidrocarbones clorinados, y en la mayoría de los casos las emulsiones de xileno-tritón de estas sustancias tóxicas son las más perjudiciales para los peces, las soluciones aceitosas son intermedias y las soluciones de acetona las que tienen menos potencia.

Los peces no son los únicos entre los vertebrados de sangre fría que sean vulnerables a los insecticidas. Los experimentos hechos por E. S. Herald en Florida durante la guerra demostraron que las soluciones de DDT-petróleo rociadas como práctica de rutina desde aeroplanos mataban las culebras verdes de agua, las de anillo de agua, las de lárigo, las negras, las del pino, las reinas y una de las cuatro especies de mocasines que quedaban expuestas. Se observaron los temblores típicos causados por el DDT en las ranas y sapos, aunque parecían ser moderadamente resistentes a sus efectos.

A medida que se han ido acumulando nuevas pruebas en relación con la tolerancia de los peces y otros vertebrados de sangre fría a los nuevos insecticidas, tendremos una mejor comprensión de las posibilidades de tratamiento de campos seguros. El complejo medio acuático enlaza a todos sus miembros tan estrecha-

mente que hace necesario un cuidadoso manejo si han de perpetuarse los componentes deseables.

En el constante estira y afloja que comprende a todos los animales, es obvio que muchos de ellos dependen definitivamente de los artrópodos de seis patas. Indudablemente sería más difícil para los vertebrados de sangre fría el descubrir un sustituto adecuado para el eslabón de los insectos en las cadenas alimenticias que asegurar su subsistencia.

OLIVER B. COPE *es jefe de las Investigaciones de Criaderos de Peces de Central Valley, Servicio de Pesca y Fauna, del Departamento del Interior. Es nativo de San Francisco y recibió su doctorado de biología en la Universidad de Stanford. Ha trabajado con los Departamentos de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica y de California, así como en la represión de los mosquitos con la Marina en el suroeste del Pacífico durante la Segunda Guerra Mundial, y actualmente se ocupa de las investigaciones sobre salmones y truchas en los Estados del Oeste.*

Algunas plagas de insectos de la fauna

J. P. Linduska y Arthur W. Lindquist

COMBINANDO cualidades tan contradictorias como "adaptabilidad" y "especialización", los insectos tienen un puesto clave en la economía de la mayoría de los seres vivientes. Casi no hay una planta que no contribuya a las necesidades de una o más especies de insectos y un importante sector de su mundo se ha adaptado para vivir a expensas de las formas mayores de vida animal. La fauna mantiene una gran variedad de esas plagas, y a pesar de la notable diferencia de hábitos entre los pájaros y los mamíferos, muy pocos de ellos, o tal vez ninguno, escapan a los ataques de los insectos o de sus relaciones más próximas.

Los topos y otros mamíferos subterráneos, que rara vez salen a la superficie, son huéspedes de un gran número de artrópodos. Los murciélagos, en los que alternan períodos de vuelo sostenido con largos retiros en los profundos rincones de una cueva, tampoco carecen de algunos parásitos, y el pequeño murciélago café frecuentemente alberga dos especies de ácaros, una especie de pulgas y la chinche del murciélago, forma relacionada con la chinche común del hombre. Una existencia semiacuática no ha defendido al castor de esta "penetración desde dentro". El examen de 140 animales atrapados en Minnesota reveló una especie de garrapata, un ácaro, dos tipos de escarabajos y larvas de la mosca del gusano espiral. Tampoco la vida pelágica de la foca septentrional de pelo desalienta completamente ese parasitismo. Las focas jóvenes, antes de su primera travesía oceánica, son huéspedes de dos especies de piojos, y dos especies de ácaros nasales atacan tanto a los ejemplares jóvenes como a los adultos.

La aversión que muestran algunos mamíferos predatores mayores por ciertas pequeñas especies de mamíferos no la comparten siempre los insectos de vida inferior. Las musarañas de cola corta, por ejemplo, que los perros, zorras y gatos matan con frecuencia pero que rara vez comen, constituyen un alimento

aceptable para varias clases de pulgas, gran número de especies de ácaros y ocasionalmente algunas garrapatas.

Esta relación parece que también es universal entre los pájaros. Una inspección de los ectoparásitos de los pájaros del este de los Estados Unidos de Norteamérica produjo 198 especies de piojos, moscas, garrapatas y ácaros pertenecientes a 255 especies y razas de esos animales. Algunas aves canoras tan comunes como el petirrojo y el gorrión, y también una de nuestras especies deportivas comunes, la codorniz de cola blanca, albergan 15 especies de parásitos externos. La garrapata del conejo, que se encontró en 46 de los 255 tipos de pájaros examinados, desmintió su nombre común al aparecer como el tipo más extensamente distribuido entre los 198 parásitos encontrados. La ubicuidad de esas plagas de los pájaros se demuestra con los estudios efectuados en muchas áreas, y se han reconocido 33 especies de piojos que muerden (Malófagos) en 29 especies de pájaros silvestres examinados solamente en la provincia de Alberta.

En verdad no parece posible que ningún pájaro o mamífero puedan sentirse completamente libres de los insectos o artrópodos relacionados que respiran el aire, tales como garrapatas y ácaros. Las ballenas y otros cetáceos son posibles excepciones, pero aun en este caso aparecen ciertos tipos de artrópodos que respiran por medio de agallas para sustituir a los insectos. El piojo grande de la ballena (Cyamus), además de presentar una semejanza superficial con alguno de los verdaderos piojos, da a las ballenas los mismos problemas funcionales que sus semejantes más pequeños dan a los animales terrestres.

Es obvio que las numerosas clases de animales que caen dentro de la definición de fauna, en combinación con los tipos ilimitados de las plagas de insectos conocidas, hacen imposible algo que se parezca a una consideración detallada de las relaciones que existen entre ellos. Por tanto, esta discusión se limitará en gran parte a una exposición general del asunto, en la que se presentarán con más detalle ejemplos ocasionales que demuestren ciertos puntos.

Los insectos y los organismos estrechamente relacionados con ellos difieren grandemente en sus relaciones con la fauna. Algunos dependen del huésped durante toda su vida, y como en el caso de muchos piojos y ácaros, han alcanzado un nivel de especialización que los restringe a una sola especie aislada de animales. Otros, incluyendo muchos ácaros, experimentan intervalos lejos de sus huéspedes y en el curso de su desarrollo determinado ejemplar puede infestar varias especies. Otros más, tales como los adultos de muchas moscas y mosquitos que muerden, son todavía menos difíciles en la selección de huéspedes y viven esencialmente en forma libre, a excepción de las visitas periódicas a fin de obtener una alimentación sanguínea.

Se encuentran diferencias adicionales en la forma en que estas plagas atacan a la fauna y en la importancia de esos ataques para el bienestar de los animales. Aunque esas innumerables relaciones entre los insectos y la fauna desafían cualquier clasificación lógica, ciertas consideraciones sobre las características y hábitos de los grupos de parásitos más importantes proporcionarán un conocimiento más profundo de la naturaleza del problema. Cierto número de enfermedades de la fauna que se propagan por medio de los insectos pueden transmitirse por especies de grupos parásitos completamente diferentes y se dejará para discusión posterior una relación de esta fase del problema.

Las garrapatas, que están estrechamente relacionadas con los insectos, se hallan extensamente distribuidas y prácticamente todos los mamíferos quedan sujetos a los ataques de una o más especies. Los hábitos de la mayoría de los pájaros silvestres son tales que no ofrecen grandes oportunidades a las infestacio-

nes. Sin embargo, aun entre este grupo, muchos de los pájaros que anidan o se alimentan en la tierra quedan infestados, y un grupo de garrapatas, las de cuerpo blando (Argásidos), son plagas comunes de los pájaros. Se sabe que una especie de este grupo ataca las golondrinas de las rocas y que frecuentemente ocurren grandes poblaciones del llamado escarabajo azul en los nidos de las golondrinas de granero. Se ha capturado otra especie en algunas aves de rapiña (halcones y lechuzas) y se sabe que algunas de las garrapatas blandas se alimentan en varias especies de mamíferos. Las garrapatas de este grupo son responsables de la transmisión de la fiebre reincidente, una enfermedad de espiroquetas que tiene importancia en el hombre y que es mortal en algunas especies de animales de laboratorio, pero cuyas consecuencias se desconocen en los huéspedes naturales.

Las garrapatas tienen un significado especial para la fauna en lo que se refiere a su capacidad para la transmisión de enfermedades, relación que estudiaremos más tarde. Excluyendo esa función, sin embargo, los efectos mecánicos de su alimentación pueden constituir un factor importante que predispone a los animales a los ataques de otras plagas y enfermedades. Debido sólo a su número, frecuentemente disminuyen la vitalidad del huésped hasta el grado de ser en ocasiones la causa directa de su muerte.

William Jellison y Glen Kohl han reconocido que el succionamiento de sangre de las hembras de la garrapata de los bosques de las Montañas Rocallosas es la causa de una enfermedad no infecciosa a la que llamaron anemia del huésped de la garrapata. Después de producir repetidas veces esa anemia secundaria mediante abundantes infestaciones en conejos de laboratorio, esos investigadores reconocieron los resultados como comparables con los observados previamente en los alces salvajes, conejos y zorras, creyéndose que la enfermedad ocurre con cierta frecuencia en la Naturaleza y que puede ser causa directa de muerte. La anemia inducida por las garrapatas se ha dado como explicación de la mortalidad acentuada en la población de conejos de cola blanca en una isla. Esa mortalidad, investigada por R. H. Smith y E. L. Cheatum, ocurrió en la isla Fisher, en Nueva York, en donde unas cuantas docenas de conejos de cola blanca introducidos en 1925 habían alcanzado casi las proporciones de una plaga 13 años más tarde. Las garrapatas de la especie *Ixodes dentatus*, así como las de los conejos, eran muy abundantes, y las infestaciones en los conejos muertos eran más de tres veces mayores que las de los conejos vivos. Entre los animales muertos en los que podía practicarse la autopsia, las condiciones patológicas que ocurrían con más frecuencia consistían en el color pálido de la sangre y en su aspecto acuoso, así como en la anemia, que aunque generalizada era más aparente en los pulmones y riñones.

La alimentación de las garrapatas parece que también es una causa importante de los abcesos subcutáneos que ocurren en los conejos de cola blanca y en las liebres silvestres. Esa condición, que se ha llamado linfadenitis o enfermedad piogénica, es el resultado de la infección de una o más especies de bacterias que pertenecen al género *Staphylococcus*. Se desconoce la incidencia o la frecuencia de la enfermedad, pero entre 84 conejos de cola blanca examinados en una región del Estado de Nueva York se encontró una proporción de 17% de animales enfermos. Igualmente se sabe muy poco sobre la enfermedad como factor de mortalidad, y una extensa invasión de los nodos linfáticos parece ser una característica, aunque en algunos animales se notaron infecciones metastáticas del corazón, pulmones, riñones y bazo. Se han asociado la garrapata del conejo y la especie *Ixodes dentatus* con esa enfermedad de los conejos de cola blanca.

La parálisis de la garrapata, una enfermedad de cierta importancia para el hombre en los Estados del Noroeste y en la Columbia Británica, ocurre también en algunos de los mamíferos salvajes de aquella área, asociándose con ella las

hembras que succionan sangre de la garrapata de los bosques de las Montañas Rocallosas, aunque se desconoce su causa principal. Gran parte de la evidencia obtenida apoya la creencia de que un veneno nervioso que se produce en sus glándulas salivales, y que la garrapata secreta al alimentarse, es la causa de la parálisis. Aunque a la remoción de la garrapata sigue generalmente una rápida y completa recuperación, es probable que la parálisis total y la muerte sean el resultado más común en la Naturaleza.

Se cree que las garrapatas tienen importancia como agentes que predisponen a condiciones tales como la podre del pie de los venados y a los gusanos espirales que son comunes en muchas formas de fauna. Con otras plagas que muerden, pueden propagar mecánicamente la enfermedad, que con frecuencia es mortal para los conejos y que va acompañada de los llamados cuernos de conejo. Esta enfermedad (Papilomatosis del conejo) es producida por un virus filtrable, y en forma semejante propagan probablemente el agente infeccioso que causa las verrugas carnosas en las patas de los conejos.

Se sabe que ciertas clases de ceguera en los pájaros son la consecuencia de los ataques y alimentación de esta plaga en la región de los ojos y se tienen informes de casos ocasionales de mortalidad cuando ha habido abundantes infestaciones de garrapatas. F. C. Bishop y Helen Trembley sospecharon que las graves infestaciones de la garrapata de una estrella eran responsables de la mortalidad de los pavos salvajes en la isla Bull en South Carolina. En ocasiones, los conejos y otros mamíferos sufren extensas infestaciones subcutáneas de garrapatas y la aparición de esa plaga bajo la piel se debe probablemente a una reacción alérgica en el huésped.

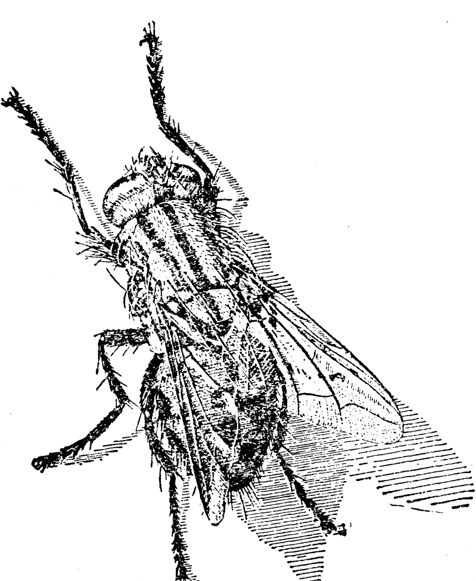
Aunque se sabe relativamente muy poco sobre las relaciones que existen entre las poblaciones de garrapatas y la fauna, su extensa distribución, abundancia de especies e inmensidad de las cantidades de esos insectos ha llevado a la sospecha de que los niveles de población de un grupo puedan ser controlados por otro. R. G. Green y sus colaboradores de Minnesota descubrieron que los ciclos de las cantidades de garrapatas en los conejos seguían la tendencia de población del conejo de nieve y estaban relacionados con ella. En el otoño de 1933, cuando los conejos de nieve se hallaban en un máximo cíclico, el cálculo de las poblaciones de garrapatas que se alimentaban de ellos fue de 2.800,000 por milla cuadrada. Cuando la población de liebres se encontraba en su nivel más bajo durante el otoño de 1938 las cantidades de garrapatas mostraron una baja correspondiente de 150,000 por milla cuadrada. Se demostró que la mortalidad de los conejos era independiente de cualquier clase de efectos intermedios de las garrapatas y se debía a una "enfermedad de choque" en la que la hipoglicemia fue el único síntoma preciso que pudo encontrarse.

Muchas moscas adultas tales como las moscas negras, las de caballo y las de venado, muerden ferozmente y constituyen algo más que una molestia, especialmente en las grandes especies de la fauna. Se han anotado pocas observaciones de que las moscas que muerden se alimenten en los animales salvajes ,y los efectos de los ataques de esas moscas sedientas de sangre en los animales salvajes sólo puede imaginarse por las muestras de desasosiego que causan en el ganado doméstico en las praderas, montañas o bosques. En esas localidades puede verse a las moscas negras salir de las orejas de casi cualquier animal de gran tamaño durante la estación de la plaga, y esos ataques son siempre en grandes cantidades, persistentes y continuos. Otros animales tales como los mosquitos, que obtienen su alimento sanguíneo por medios menos dolorosos, causan con su abundancia lo que no pueden lograr con sus esfuerzos individuales. Debido a las constantes molestias durante los meses calurosos, esos insectos minan el vigor de los animales, y especialmente en el caso de la fauna mayor, impiden su

debida alimentación y acondicionamiento en la época en que abundan los alimentos. Los animales que se desnutren durante el verano y el otoño no están preparados para soportar las adversidades de las grandes nevadas y de la escasez de alimentos en el invierno.

Un grupo de moscas, las Hipobóscidas, habitan en todo tiempo en muchas especies de la fauna. Ocurren también en muchas aves canoras y frecuentemente se encuentran en aves de rapiña así como en ciertas especies deportivas. La mosca "pegajosa", de vuelo lento, que se escurre de las plumas de los faisanes o codornices jóvenes y se para en las ventanas de las cocinas, es probablemente una de esas moscas-piojos. Los miembros de esta familia infestan también los mamíferos y a veces se encuentran en los venados y otros rumiantes en cantidades considerables. Las especies que se encuentran en los mamíferos y que se llaman comúnmente moscas-garrapatas, salen con alas de la etapa de reposo o de crisálidas, pero las pierden unos cuantos días más tarde. El resto de su vida adulta la pasan como insectos sin alas y se confunden frecuentemente con las garrapatas, con las que tienen un parecido superficial. Muchas de estas moscas, juntamente con algunas especies de las que muerden o succionan la sangre, que ya mencionamos, son muy importantes porque transmiten enfermedades de la fauna. Sin embargo, ha sido otro atributo de estos insectos el que ha hecho que el grupo de las moscas sea de interés primordial y se refiere a los hábitos de desarrollo de muchas especies, que necesitan los tejidos de los animales vivos para completar sus etapas de larvas.

La miasis es el término empleado para explicar la condición en los animales o en el hombre causada por los ataques de las larvas de estas moscas en la carne. El gusano espiral es una de las especies más importantes que causan esa miasis. Se han discutido ya en otra parte de este libro sus depredaciones en el ganado, y aquí mencionaremos la infestación de animales salvajes que proporciona una constante existencia de moscas que luego infestan los animales domésticos. El ranchero puede destruir sistemáticamente los gusanos espirales en el ganado, pero en algunas áreas se nulifican sus esfuerzos parcialmente debido al gran número de moscas que se reproducen en la fauna. Este es un problema que preocupa directamente a los conservadores de esa fauna, porque el gusano espiral diezma anualmente los animales deportivos, especialmente los venados.


La sarcophaga haemorroidalis, una mosca de la carne.

La mosca del gusano espiral deposita sus huevos en cualquier herida o rotura de la piel de los animales de sangre caliente. Los huevos incuban en unas cuantas horas y las pequeñas larvas penetran dentro de la carne, haciendo agujeros o bolsas. A medida que las larvas crecen, las heridas supuradas se agrandan y se vuelven más atractivas para las moscas, que generalmente depositan más y más huevos en ellas hasta que el número de larvas causa la muerte del animal, a menos de

que se cure la herida. Las larvas se maduran en menos de una semana, caen de la herida, se convierten en crisálidas en la tierra y los adultos salen de una a seis semanas más tarde, dependiendo de la temperatura.

El hábito de ocultarse que tienen los venados y la mayoría de las especies salvajes complica la obtención de cálculos precisos de las pérdidas que causan estos insectos. En los años en que abundan los gusanos espirales la incidencia entre los animales adultos puede llegar hasta 25% o ser mucho mayor en los animales jóvenes nacidos durante el año. La excepcional multiplicación de esta plaga en 1949 y 1950 produjo numerosos informes de extensas infestaciones y pérdidas de los venados en los Estados del Sureste, especialmente en Georgia, Alabama y las Carolinas. Los gusanos espirales son uno de los principales enemigos de los venados en Texas y se sabe que en California han muerto 190 venados debido a esa plaga en una área limitada durante una sola estación.

Las moscas de la carne, que pertenecen a la familia de las Sarcofágidas, atacan a los animales salvajes con terribles resultados, infestando los visones, hurones, zorras y conejos en sus madrigueras. Se ha registrado una mortalidad de 100% entre los animales tiernos de dos nidos de conejos de cola blanca. Aparentemente las moscas adultas *Wohlfahrtia vigil* depositaron sus larvas vivas al nacer los conejos o poco tiempo después. En las granjas de zorras del Oeste son frecuentes las pérdidas hasta de un 30%. F. X. Gassler y M. T. Jones han manifestado que las pérdidas de la industria peletera en Utah e Idaho debidas a esta plaga llegaban a cerca de 4 millones de dólares en 1948.

Las moscas estros del género *Cephenomyia* son insectos grandes, de color café grisáceo y semejantes a abejas, que se dice que tienen el vuelo más rápido que cualquier otro insecto. Rondan cerca de los venados, atacándolos rápidamente y depositando larvas vivas en sus narices, procedimiento que causa un terror extremo. Los animales reaccionan violentamente al sentirse atacados, brincan, se encabritan y demuestran gran temor.

Las pequeñas larvas de los estros se arrastran hacia arriba sobre las mucosas nasales y penetran eventualmente hasta los senos, en donde permanecen hasta la madurez. Aparentemente se necesitan varios meses para que se desarrollen en el animal, madurándose en la primavera y a principios del verano, cuando caen a la tierra y se convierten en crisálidas. Los venados parecen sufrir grandemente cuando las larvas se arrastran en los pasajes nasales.

Estos insectos se encuentran extensamente distribuidos en los Estados Unidos de Norteamérica, Canadá y Alaska y probablemente son los insectos parásitos del venado que causan mayores daños. S. C. Whitlock ha calculado que el 25% de los venados de Michigan ha sido presa de los estros. En el Estado de Nueva York, E. L. Cheatum encontró una incidencia de 30% en los venados que se encontraron muertos en invierno y de 21% en un grupo aparentemente sano que se había capturado para estudio.

Como ocurre en muchos de esos tipos de parasitismo, es difícil evaluar la verdadera importancia de los estros nasales. I. M. Cowan manifiesta: "Hay considerables pruebas circunstanciales que sugieren que cuando el estro del venado se encuentra presente en cantidades mayores de 30 por animal puede ser de graves consecuencias y puede matar el huésped."

Se han recibido informes de otras áreas relacionadas con infestaciones de estros que causan graves daños y la muerte. Un observador describió la muerte de más de 60 venados de una manada en Colorado entre febrero y abril de 1929. Un venado tenía 54 estros y sus conductos nasales inferiores estaban terriblemente inflamados por la infestación de los senos. Sin embargo, se sabe que otros animales aparentemente sanos toleran los estros nasales sin sufrir daños

críticos. Cualesquiera que sean los efectos inmediatos, esas infestaciones de los venados se reconocen como factor de debilitamiento, que si se combina con una dieta inadecuada, con las inclemencias del tiempo y con otras influencias básicas debe disminuir seguramente las oportunidades de supervivencia de cualquier animal.

Algunas especies de moscas estros del género *Cuterebra* son parásitas de los roedores. Las larvas de esas moscas se llaman simplemente estros y causan una miasis de la piel, habiéndose recogido estros de los conejos, ardillas, zorras mochileras, ratas, geomices de madriguera y otros roedores. Son probablemente de menor importancia por lo que hace a la fauna. Muchas veces, sin embargo, los consumidores han desechado conejos y ardillas infestados como impropios para comerse, aunque los estros no afectaban adversamente la calidad de su carne.

Se sabe de un caso en que se hicieron esfuerzos para disminuir ese desperdicio de caza. En North Carolina el 30% de más de 2,000 ardillas grises examinadas desde el 15 de septiembre hasta el 1º de enero se hallaba infestado con los estros. En el año siguiente el Departamento Estatal de Conservación retrasó un mes la apertura de la temporada de caza, y entre los animales que se cobraron en esa estación más tardía sólo el 10% entre los 9,000 que se examinaron contenía estros. Se calculó la mortalidad total en el Estado en 4.5 millones de ardillas, y como la estación más tardía disminuyó en 20% el grado aparente de parasitismo, es posible que se haya evitado que se desecharan cerca de 800,000 animales.

Las grandes hinchazones de este tipo de parasitismo podrían ser de consecuencias críticas para el huésped, pero aparentemente esto no ocurre con frecuencia. Los estudios que comprenden, por ejemplo, la captura viva y la recaptura de conejos de cola blanca marcados no han revelado pérdidas debidas a la plaga. Sin embargo, esas enormes hinchazones pueden ser de gran importancia en los mamíferos muy pequeños. Los estudios efectuados en Iowa por Thomas Scott y Edwin Smith sobre las ratas silvestres de patas blancas demostraron que el 42% de las ratas adultas y el 17% de las jóvenes tenían larvas de *Cuterebra* en septiembre. Coincidentalmente con ese período de máxima infestación de las hinchazones, la población de ratas declinó en un 50%. Los animales adultos, que tienen mayores porcentajes de infestación que los jóvenes, declinaron en mayor cantidad.

UNA MOSCA DE TUMORES, la *Oedemagena tarandi,* ataca los renos en Alaska y el norte de Europa. Los cueros se llenan con cientos de agujeros que disminuyen su utilidad como pieles para los esquimales y otros pueblos árticos. Se cree que la migración de las larvas en todo el cuerpo causa daños, disminuye la abundancia de carne y afecta su calidad.

LAS LARVAS DE LAS MOSCAS DE LA FAMILIA CALIFÓRIDA atacan comúnmente las aves canoras que anida y en ocasiones se nota gran incidencia de ese parasitismo. En la estación para el marcado de pájaros en Wharton, Massachusetts, Edwin Mason observó 162 progenies de aves canoras durante los años de 1936 a 1941 y encontró infestaciones producidas por la *Apaulina* (registrada incorrectamente y conocida comúnmente como *Protocalliphora)* en la forma siguiente: Azulejos, 94%; golondrinas de los árboles, 82%, y abadejos domésticos, 47%. El éxito de las nidadas de esas especies en el mismo orden fue de 78, 82 y 99%, lo que posiblemente indica los efectos de la carga de parásitos. Se estaba explotando el área en relación con las aves canoras y es probable que una relación mayor que la normal haya producido una incidencia extremadamente alta del parasitismo. En otras partes, sin embargo, bajo condiciones más naturales, se han encontrado altos niveles de parasitismo. O. E. Plath examinó 63 nidos que com-

prendían 6 especies y encontró que 61 de ellos estaban infestados con larvas de *Apaulina*. En sus estudios sobre la paloma torcaz del valle de San Joaquín, California, Johnson Neff encontró en un período mayor de cuatro años que el parasitismo de esas corónidas abarcaba cerca de la mitad de los nidos, atribuyéndose en gran parte el alto nivel de mortalidad de las palomas jóvenes a esa causa. En una área de estudio en la que se observaban más de 100 nidos, sólo 18 produjeron progenies que alcanzaran una edad independiente. Aparentemente esto se debía no tanto a la mortalidad causada por las larvas en los polluelos, sino a su caída de los nidos en sus esfuerzos para escapar a los ataques de los parásitos.

Se sabe que ocurren infestaciones subcutáneas de estos parásitos, y especialmente las larvas muy tiernas penetran ocasionalmente a los oídos y narices de los polluelos. Sin embargo, el hábito normal de las larvas mayores consiste en alimentarse periódicamente en las patas y partes inferiores de los polluelos, retrocediendo después dentro de la estructura interna del nido. Como era de esperarse de esos hábitos, los pájaros que anidan en cavidades o que construyen nidos estrechamente tejidos son más susceptibles a sus ataques. Sin embargo, la construcción de nidos flojos en sí no siempre evita los ataques de las plagas, como lo demuestra su frecuente presencia en los nidos mal construidos de las palomas torcaces.

Las pulgas ocurren extensamente, y aunque no atacan frecuentemente los pájaros, la mayoría de los mamíferos sostienen una o más especies. Aparte de su importancia en la transmisión del tifo murino y de la peste (ambos por lo regular en los roedores), la importancia de este grupo en la fauna consiste principalmente en sus molestias. A veces se encuentran infestaciones extremadamente graves en los mamíferos, e indudablemente esas abundantes poblaciones tienen efectos debilitantes. Durante el invierno ocurre un marcado aumento de los parásitos en las mofetas, conejos de cola blanca, ardillas de los árboles, marmotas que invernan y ardillas de la tierra. Las pulgas adultas viven principalmente en los túneles, madrigueras y otros sitios frecuentados por los huéspedes, y las etapas de desarrollo desde huevo hasta adulto se pasan en los desechos de esos sitios.

Los piojos que muerden (Mallófagos) se cuentan entre los parásitos más comunes de los pájaros. Harold Peters, en su compilación para los Estados del Este, menciona 255 especies y subespecies de pájaros silvestres que se sabe que tienen ectoparásitos, y de ese total halló que 239 estaban infestados con una o más especies de los piojos que muerden. Encontró que aves tan comunes como el petirrojo y la codorniz tenían hasta seis especies.

No se cree que los efectos de los piojos en los pájaros silvestres sean de importancia, pero las infestaciones abundantes causan daños al plumaje y en ocasiones su alimentación superficial puede causar cierta pérdida de vigor. No se sabe que sean de importancia desde el punto de vista de la transmisión de enfermedades.

Se han hecho relatos interesantes de lo que puede llamarse un intento para desempiojarse por parte de algunos pájaros. Algunas especies tienen la costumbre ya sea de colocar hormigas en su plumaje o de extenderse sobre un hormiguero con las alas abiertas. Se ha observado que los estorninos, que frecuentemente tienen piojos, siguen el primer procedimiento, y que los cuervos, huéspedes también de esos insectos, prefieren el segundo. Si ese comportamiento es eficaz para librar a esas aves de los parásitos, no se ha precisado aún si las hormigas lo efectúan devorando los piojos o si el ácido fórmico que producen tiene algún efecto insecticida. Puede ser muy significativo a este respecto el hecho de que,

con una sola excepción, ningún mamífero que se alimente en gran parte de hormigas sirve como huésped de los piojos.

Aunque tanto los piojos que muerden como los que succionan la sangre infestan los mamíferos, se ha encontrado que una especie de huésped salvaje rara vez sostiene ejemplares regulares de ambas especies. Las infestaciones de piojos que muerden ocurren comúnmente en los venados, alces y otras especies, pero sus efectos, como en los pájaros, no tienen verdadera importancia. Los piojos que succionan la sangre, además de ser de importancia potencial para la transmisión de enfermedades, constituyen una carga de parásitos más grave que los Mallófagos. Aunque los piojos que muerden tienen cierta importancia para la transmisión de enfermedades en el hombre, su relación con la fauna parece limitarse solamente a su participación en la transmisión del tifo endémico.

Los ÁCAROS, QUE ESTÁN RELACIONADOS CON LAS GARRAPATAS, constituyen un extenso grupo con hábitos diversos. Algunos, tales como los ácaros de la sarna y del plumaje, son parásitos completos de la fauna y pasan todas las etapas de su historia vital en el huésped. Otros, que pertenecen a la familia de los Trombicúlidos, son parásitos de la fauna sólo durante la etapa de larva. Varias especies son bien conocidas para los habitantes de los Estados del Sur, llamándose comúnmente "escarabajos rojos" a los que atacan con frecuencia al hombre y que causan una intensa comezón y molestias generales.

Esos escarabajos rojos son muy numerosos y están extensamente distribuidos, pero se sabe relativamente poco sobre su importancia y hábitos. Ha quedado comprobado que ocurren comúnmente en la fauna, y a veces en cantidades considerables, con los experimentos de James N. Brennan, que capturó más de 4,000 de esos insectos en una sola marmota en el valle de Bitterroot, en Montana. En otros roedores locales, el doctor Brennan recolectó hasta siete especies diferentes en un solo animal.

Prácticamente todos los miembros del grupo de los ácaros viven en el exterior del huésped, pero algunos de ellos están adaptados para llevar una existencia interna. El ácaro de bolsa de aire fija su residencia en los pasajes respiratorios y bolsas de aire de los faisanes y de algunas aves domésticas, y otras especies se vuelven parásitas de los pulmones y pasajes de aire de los leones marinos y otras focas.

Una gran variedad de ácaros atacan los mamíferos. Las formas comunes, tales como la rata almizclada, pueden infestarse con cinco especies, la musaraña de cola corta con 11 especies y el conejo de cola blanca con cinco o más de ellas. En la mayoría de los casos el parasitismo de los ácaros sólo parece tener efectos leves en los huéspedes. Los ácaros de la sarna, sin embargo, son capaces de producir graves perjuicios a los animales infestados, y en ocasiones a grado tal que pueden ser la causa inmediata de su muerte.

Las ardillas voladoras se infestan regularmente con los ácaros de la sarna, y no es raro ver a fines del invierno y principios de la primavera algunos animales con grandes calvas en la cabeza y en el cuello y orejas hinchadas y sangrantes,

La mosca-piojo, que infesta comúnmente las aves canoras, está provista con fuertes garras que le permiten agarrarse al plumaje

que son el resultado de la alimentación de los ácaros. En los casos graves los animales quedan prácticamente desprovistos de pelo y la piel se vuelve gruesa y áspera y toma un característico tinte grisáceo semejante a plomo.

Se dice que uno de los ácaros de la sarna *(Notoedres)* es responsable de la extensa mortalidad de las ardillas grises en California. En 1917 se notaron por primera vez los animales infestados con los ácaros y en 10 años casi desaparecieron las ardillas grises en la región de Yosemite. En el área del parque de Yellowstone se han observado alces infestados con uno de los ácaros psorópticos de la sarna, y durante los estudios efectuados en esa manada Harlow Mills encontró un animal que probablemente pereció como resultado directo de la infestación de una especie de *Psoroptes,* posiblemente el ácaro de la escama de las ovejas. Ese ejemplar había perdido la mayor parte del pelo de ambos lados de su cuerpo.

Los ácaros son huéspedes de una gran variedad de ácaros, incluyendo algunos que son de importancia para las aves domésticas. Se sabe que el ácaro de las gallinas ocurre en varias especies silvestres y el ácaro del Norte de las aves se ha encontrado más comúnmente en las aves silvestres. Se sabe muy poco sobre los efectos de esos parásitos en las poblaciones silvestres, pero no parece que tengan la misma importancia en las aves silvestres que en las especies domésticas.

I. M. Cowan informó de un brote aparentemente fatal de infestaciones del ácaro de la escama de las patas en los faisanes de peto y codornices de California. Se encontraron aves con infestaciones serias en las que los tejidos de las patas estaban hipertrofiados en gran parte, siguiendo a esa etapa la ulceración y pérdida de los dedos, atacándose también en algunos casos la piel del pecho y las extremidades.

Los insectos de presa no pueden incluirse lógicamente en esta sección que se refiere a los ectoparásitos. Sin embargo, una discusión sobre las plagas de los insectos de la fauna quedaría incompleta si no se hiciera mención de las hormigas de fuego. Las depredaciones de estos insectos están restringidas tanto geográficamente como por las especies que atacan, siendo la codorniz de cola blanca la especie primordialmente atacada y los Estados del Sureste la región en donde ocurren las pérdidas principales.

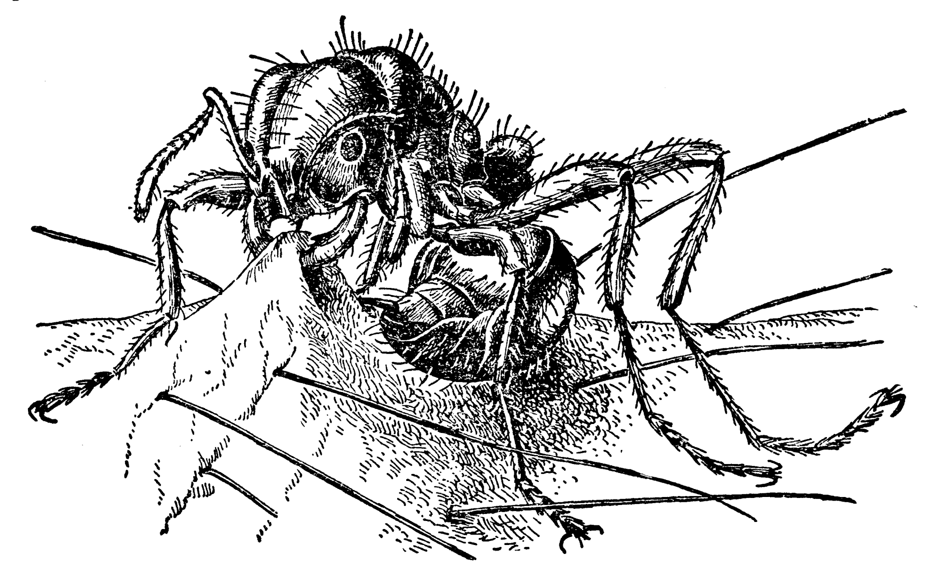
Las hormigas de fuego causan gran mortalidad entre las codornices, penetrando a los huevos tan pronto como se rompen los cascarones o atacando a los polluelos inmediatamente después de que incuban. En el transcurso de intensos estudios sobre la historia vital y manejo de las codornices en Georgia, Herbert Stoddard registró en un año una pérdida de 15% en los nidos de codornices debida a este insecto, a pesar de un intenso programa de represión de las hormigas que comprendía la fumigación con cianuro de sodio de todas las colonias de hormigas dentro de un radio de 50 pies de los nidos. En las investigaciones efectuadas durante varios años, Bernard Travis encontró que cada año se destruían del 4 al 16% de los polluelos. Esos estudios permitieron el desarrollo de métodos para la represión de las colonias de hormigas por medio de insecticidas, pero su costo era demasiado alto para uso general.

La transmisión de enfermedades por los insectos es de gran importancia para la fauna. La mayoría de esas enfermedades transmisibles por los insectos son también infecciosas para el hombre, para los animales domésticos o para ambos.

La tularemia, una enfermedad bacteriana, ocurre como infección natural en cierto número de pequeños mamíferos, pero primordialmente en los roedores. Muchas ratas silvestres, ardillas de tierra, geomices y ardillas pequeñas son

susceptibles, así como los roedores más grandes, tales como marmotas, puercoespines, ratas almizcladas y castores. Los carnívoros no están inmunes, pero aparentemente tienen mayor resistencia natural. Se ha reconocido la enfermedad en el coyote, y por lo menos en una ocasión causó considerables pérdidas entre las zorras grises. Los pájaros son también susceptibles, habiéndose reportado infecciones en los faisanes de peto, de cola puntiaguda, codornices, faisanes de collar y de pradera.

Sin embargo, por lo que se refiere a la fauna, es en las poblaciones de conejos de cola blanca donde la enfermedad es de más importancia. Este animal, que queda comprendido comúnmente en la transmisión de la tularemia al hombre,



La hormiga de fuego importada.

es altamente susceptible y los conejos infectados generalmente sucumben. Desde 1932 los estudios efectuados en Minnesota demostraron que esa enfermedad podía diezmar las poblaciones de conejos.

Las garrapatas, especialmente la del conejo, son principales responsables de la propagación de la enfermedad entre los conejos. Las pulgas, moscas del venado, y probablemente otros insectos que muerden, son también transmisores de la infección.

La peste, que ha sido responsable en el transcurso de los años de la muerte de millones de personas, se reconoció por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica en 1900, y desde entonces las extensas inspecciones de campo han demostrado que las áreas locales de infección entre los roedores ocurren en la mayoría de los Estados del Oeste y Suroeste. La enfermedad es altamente infecciosa en una gran variedad de roedores. Cierto número de epizootias (epidemias entre los animales) han comprobado la importancia de la llamada plaga silvática en la regulación de sus poblaciones. En el condado de Park, en Colorado, un brote entre las marmotas de pradera, que se notó por primera vez en 1945, se había propagado a todo el país en dos años, y en menos de cuatro años había eliminado casi totalmente esta especie en 625,000 acres.

Las pulgas de muchas especies constituyen el medio por el cual se propaga la enfermedad de un animal a otro. Las extensas travesías de los roedores jóvenes

pueden apresurar la propagación de la enfermedad, y durante un brote ocurrido en el condado de Kern, en California, el período de mayor incidencia entre las ardillas de tierra coincidió con la época de salida y dispersión de los animales jóvenes. El brote se extinguió cuando la población movible se volvió sedentaria de nuevo.

No se ha observado la plaga en las especies de fauna que tienen valor como caza o productores de pieles, con una sola excepción, una epizootia entre los conejos de cola blanca en el condado de Lea, Nuevo México.

Los virus encefalíticos comprenden un gran grupo de virus que tienen una afinidad especial o tropismo con el sistema nervioso central (neurotrópico) y que causan en forma característica una inflamación del cerebro (encefalitis). Muchos de ellos se mantienen en varias especies de fauna y se transmiten entre las formas silvestres al hombre y a los animales domésticos por los insectos y otros artrópodos. En su mayoría estas enfermedades no están bien comprendidas y es probable que las investigaciones ulteriores demuestren que algunas de ellas son de importancia directa para la fauna. En cualquier caso, parece que muchas tienen graves implicaciones con la salubridad pública y la fauna tiene cierta significación en su relación como depósitos de las enfermedades o cuando menos como importantes propagadores de las mismas o huéspedes incidentales.

La encefalomielitis equina es una enfermedad de virus llamada popularmente enfermedad del sueño o fiebre cerebral y su distribución es general en la mayoría de los Estados Unidos de Norteamérica. Se reconocen dos razas del virus, una forma occidental que ocurre principalmente al oeste de los Montes Apalaches y un tipo oriental que ocurre comúnmente al este de esa cordillera. La encefalomielitis equina oriental es una enfermedad aguda y sumamente grave de los caballos y es también infecciosa en el hombre y en algunos pájaros. El tipo occidental, más común, causa una mortalidad menor y se sabe también que ataca al hombre, habiendo evidencia de que está muy extendida entre los pájaros.

Se ha encontrado experimentalmente que cierto número de especies de mosquitos *Aedes* son capaces de transmitir tanto el tipo oriental como el occidental de la enfermedad. Por lo que hace a la forma oriental, se ha aislado el virus en los ácaros, piojos, algunas especies de mosquitos *Culex* y en un escarabajo asesino *(Triatoma)*. Ese virus se ha transmitido en forma experimental por la garrapata de los bosques de las Montañas Rocallosas.

La importancia de esta enfermedad para la fauna en la Naturaleza no se ha establecido debidamente. Sin embargo, el virus oriental se ha identificado en los faisanes de collar en cautividad en New Jersey y en un pájaro silvestre en Connecticut. Desde 1938, cuando se reconoció por primera vez la enfermedad en los faisanes de New Jersey, hasta 1946, han ocurrido 13 brotes bien definidos en pájaros cautivos. Coincidentalmente con un brote en los caballos en New Jersey en 1945, ocurrió una alta mortalidad, debida aparentemente a la enfermedad, en las poblaciones de faisanes de granja, muriendo 3,757 faisanes de un total de 5,094 de ellos aproximadamente en 2 meses.

Se han encontrado anticuerpos que indican infección de la encefalomielitis equina occidental en cierto número de pájaros silvestres y se ha aislado el virus en una cerceta y en un venado infestados naturalmente. En North Dakota y Minnesota ocurrieron en 1941 y 1942 dos brotes de una encefalitis epizoótica sumamente grave en los patos. Esas epizootias pueden haber sido parte de los extensos brotes de encefalomielitis equina.

Al evaluar el papel potencial del ciclo insectos-pájaros en la continuación de esta enfermedad es interesante el hecho de que hayan resultado ser muy

útiles ciertos parásitos de la sangre en los pájaros que se mencionan más adelante. En los estudios efectuados por William C. Reed y sus colegas de la Fundación Hooper, los parásitos de la sangre constituyeron un índice muy conveniente para la evaluación de la evidencia de parasitismo por ciertas especies de mosquitos en los pájaros locales de las áreas endémicas de California.

Los escasos conocimientos que tenemos sobre la encefalomielitis equina sugieren que puede ser una enfermedad importante para ciertas formas de fauna. Los estudios iniciados desde 1951 por varias organizaciones deben descubrir información que muestre más claramente el significado de la infección para la fauna y la relación de ésta con los brotes de la enfermedad en los caballos y en el hombre.

CIERTO NÚMERO DE PARÁSITOS DE LA SANGRE (Protozoarios) invaden y destruyen los glóbulos sanguíneos de la fauna. Tres de ellos, que se sabe que infectan comúnmente los pájaros silvestres y que tienen ciertas consecuencias patogénicas, poseen por lo menos una característica en común, ya que los tres se transmiten por los insectos y tienen también una complicada historia vital. Algunas de sus etapas de desarrollo ocurren en el cuerpo de los insectos portadores.

La verdadera malaria de los pájaros, causada por muchas especies de *Plasmodium,* se encuentra distribuida mundialmente y está estrechamente relacionada con la malaria del hombre. Al igual que esta enfermedad, se propaga por los mosquitos, hecho que se descubrió, en relación con los pájaros, antes de que se precisara la propagación por los mosquitos de la forma humana.

Numerosas inspecciones que comprenden el examen microscópico de muestras de sangre de pájaros capturados vivos han indicado un alto nivel de infección. Este procedimiento puede descubrir la enfermedad, principalmente durante su etapa aguda, que puede durar sólo unos cuantos días, y, en consecuencia, muchas infecciones crónicas escapan sin ser descubiertas, por lo que probablemente la verdadera incidencia de la enfermedad es mayor que los altos porcentajes que se han registrado y que llegan hasta un 25%. Como ejemplo, un grupo de gorriones que se examinó para descubrir la presencia de la malaria por medio de muestras de sangre demostró una incidencia de 20%, siendo la proporción real mayor de 50%, según se pudo precisar por medio de estudios más completos, que comprendían la inoculación de muestras de sangre en canarios libres de malaria y altamente susceptibles a ella. Se encontraron mayores discrepancias en las pruebas de esos métodos empleando tordos rojos orientales. En este caso las muestras de sangre revelaron una proporción de infección menor de 5%, mientras que la incidencia real descubierta mediante inoculación de canarios fue de más de 60%.

Se desconoce la extensión de la mortalidad resultante de esas infecciones y debe ser muy baja a juzgar por la alta incidencia y el número de infecciones crónicas. Al mismo tiempo la enfermedad implica una extensa destrucción de los glóbulos rojos de la sangre, atacándose más tarde el hígado, el bazo y las células de la medula ósea. A este respecto la enfermedad podría tener consecuencias importantes como condición que predispone a la víctima a otras enfermedades.

Conjuntamente con las pérdidas sufridas por las perdices de cola puntiaguda en los Estados centrales del Norte, se encontró en North Dakota una incidencia de 40% de infección de la malaria del *Plasmodium.* El organismo produjo síntomas agudos, provocando la rápida muerte de los pájaros infectados artificialmente, observándose que los casos crónicos entre los pájaros infectados naturalmente duraban varias semanas.

Otro tipo de malaria *(Haemoproteus)* semejante a la que ya hemos descrito ocurre extensamente en los pájaros y se ha encontrado también en los reptiles y anfibios. Se sabe que ocurre una alta proporción de infección en algunas

aves acuáticas, así como en las codornices de California, a las que se ha dado gran atención como huéspedes de esa infección. Durante un período de 2 años, E. C. O'Roke examinó 312 codornices de California, encontrando que el 45% de ellas estaban infestadas por el *Haemoproteus laphortyx*. Los estudios posteriores efectuados en esas aves en California por C. M. Herman y Ben Glading descubrieron una incidencia total de 84% en 583 aves silvestres que se capturaron y una incidencia de 100% a fines del otoño. Hay evidencias de que los pájaros que se infectan con este parásito de la sangre continúan así durante el resto de su vida, y aunque se han descubierto en la Naturaleza algunas infecciones fatales se desconoce la proporción de mortalidad. Las palomas torcaces sufren comúnmente infecciones del *Haemoproteus,* y en esta especie, así como en las codornices, la transmisión de la enfermedad se efectúa por las moscas Hipobóscidas. Se presume que estas moscas propagan también la enfermedad en los halcones, lechuzas, aves canoras y otras especies que se sabe que son susceptibles.

Por medio de los estudios que inició en 1930, y que se prolongaron durante tres años, O'Roke descubrió la causa y circunstancias que rodean a una enfermedad misteriosa y muy destructora que ataca los patos pequeños tanto silvestres como domésticos, habiendo encontrado que la enfermedad, muy semejante a la malaria, se debe a un protozoario parásito *(Leucocytozoan simond (= L. anatis).* Se encontró que su ciclo vital era semejante al de las dos enfermedades de malaria mencionadas anteriormente y que su transmisión era biológica, dependiendo de una mosca negra común *(Simulium venustum).*

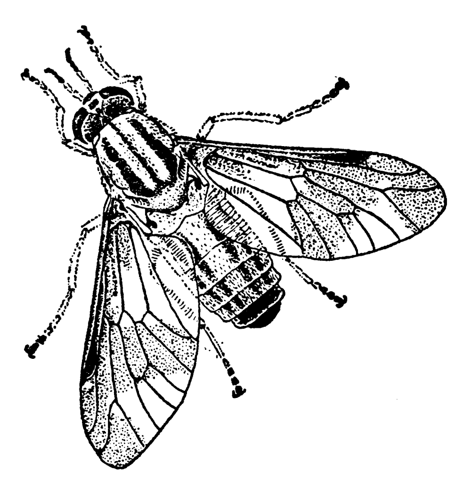
Las investigaciones de O'Roke y otros efectuadas desde entonces han demostrado que la enfermedad es a la vez muy común y muy grave. En el caso de los patos pequeños, la infección ocurre intermitentemente en una extensa área en donde se hallan las moscas negras. Las aves adultas son resistentes a la enfermedad y la mortalidad generalmente es menor de 1%, pero es fatal en las aves tiernas, sin embargo, y las proporciones de mortalidades encontradas por O'Roke fueron de 10 a 100%. Los ejemplares que sobreviven a la enfermedad pueden continuar con la infección indefinidamente y esas aves transportadoras la perpetúan y sirven como fuente de nuevas infecciones en los sitios de reproducción. Los estudios en las áreas de gran actividad de las moscas negras en Maine descubrieron que los patos negros, con una incidencia de 89%, eran probablemente más propensos a la infección del *Leucocytozoan* que las demás especies, incluyendo el pato de los bosques, mergánsar americano, mergánsar de capuchón, pato dorado norteamericano y cerceta de alas verdes.

Se han hecho esfuerzos durante varios años, por medio de la liberación de ánades silvestres criados en granjas, para establecer poblaciones locales de cría de estas aves en el Estado de Nueva York. El programa, en su mayoría, no ha tenido éxito y la mortalidad debida a las infecciones del *Leucocytozoan* han suministrado una posible explicación de esos fracasos. Se sabe que ocurrieron pérdidas de ánades jóvenes en las áreas de moscas negras ocupadas con éxito por los patos negros y de los bosques, observación que llevó a L. H. Cheatum a buscar en teoría una posible explicación basándose en los siguientes hechos: las áreas naturales de reproducción de los patos negros y de los bosques son regiones acuáticas con márgenes de bosques que frecuentemente se encuentran en la inmediata vecindad de arroyos que producen moscas negras. Lógicamente, la asociación durante largo tiempo con esos sitios podría producir un alto grado de tolerancia a la enfermedad causada por el *Leucocytozoan* en esas especies por medio de una supervivencia selectiva. Por otra parte, los ánades son primordialmente especies de las llanuras y su territorio de reproducción ha evolucionado probablemente dentro de una gama geográfica relativamente libre de moscas negras que son los vectores de esta infección. Por tanto, los ánades, en sus sitios ancestrales de reproducción, nunca han estado

estrechamente asociados con la enfermedad y han carecido de las oportunidades evolutivas necesarias para establecer características con valor de supervivencia.

Además de sus características mortales para algunas aves acuáticas, la enfermedad causada por el *Leucocytozoan* tiene importancia para otras especies. En Canadá, C. H. D. Clarke notó durante el período comprendido entre 1932-1934 que la declinación de los faisanes de collar estaba asociada con la mortalidad de los pájaros jóvenes. Las investigaciones revelaron una incidencia de casi 100% de las infecciones por una especie de *Leucocytozoan* designado recientemente como *L. bonasae*. Durante otra disminución cíclica 10 años más tarde, del 60 al 70% de los pájaros adultos que se examinaron tenían este parásito de la sangre.

La relación de los insectos con la fauna apenas ha progresado más allá de la etapa de verificación. Los tipos de insectos y otras plagas de artrópodos que podía esperarse que se encontraran en cualquier especie de pájaro o mamífero son bastante bien conocidos y se tienen ciertos conocimientos sobre las potencialidades de muchos de esos parásitos como diseminadores de enfermedades. Tenemos poca información, sin embargo, sobre la incidencia de los insectos parásitos y las enfermedades que transmiten y sabemos muy poco sobre la forma en que sus cantidades fluctúan de acuerdo con la estación y con las condiciones y densidad de población del huésped. La significación de la relación de los parásitos con los individuos aislados de las poblaciones del huésped es un asunto complejo que sólo comprendemos vagamente, y hasta que no tengamos más datos básicos disponibles sobre estas cuestiones, es fútil toda especulación sobre el tipo de programas de tratamiento que podrían ser eficaces para solucionar los problemas que causan esas plagas.



La mosca del venado.

En algunos casos las investigaciones ulteriores pueden demostrar cierta justificación para los programas locales de represión de insectos. Refiriéndonos a la enfermedad causada por el *Leucocytozoan* en los patos, recordamos que en ciertas áreas una alta incidencia de la misma estuvo acompañada de una mortalidad de casi 100% entre los patos jóvenes. Los métodos actuales de represión de la mosca negra son tanto selectivos como económicos y la eliminación de este eslabón en la transmisión de la enfermedad indudablemente podría ser provechoso en algunas áreas en donde hay concentraciones de nidos de patos.

Principalmente, sin embargo, las influencias de los insectos en la fauna no son de naturaleza tal que justifiquen o requieran esos métodos directos. En circunstancias comunes, la fauna soporta sus ectoparásitos sufriendo sólo ligeros inconvenientes, y cuando debido a sus cantidades excesivas o a la transmisión de una enfermedad esas plagas son responsables de extensas pérdidas en sus especies de huéspedes, esto generalmente refleja causas más fundamentales. En relación con este asunto podríamos considerar brevemente la difícil situación en que se encuentran las manadas de los grandes animales deportivos en la mayor parte de los Estados Unidos de Norteamérica.

Cada invierno mueren decenas de millares de venados en 30 de los 48 Estados que mantienen poblaciones de esta especie. Las encuestas que siguen a esas mortalidades revelan un parasitismo excesivo tanto interno como externo así como evidencia de varias infecciones y enfermedades producidas por deficiencias. Los informes de autopsias atribuyen comúnmente una porción de esas víctimas a la infestación de las larvas de las moscas estros u otros parásitos semejantes, otra a neumonías y enfermedades semejantes y un porcentaje que corresponde a la simple inanición. Como lo hacen notar muchos investigadores, la consideración importante, naturalmente, consiste en que aunque la causa final de muchas de esas pérdidas sean las enfermedades, el excesivo parasitismo o una combinación de esos factores, la condición básica que predispone a ellas es la desnutrición que resulta del alimento inadecuado en invierno. Es obvio que la solución a este extenso problema no radica en encontrar medios económicos directos para la represión de insectos o enfermedades, sino en crear condiciones que aseguren a los animales que lo necesitan un alto nivel de salud general que se sabe que es eficaz para proporcionar resistencia tanto a las enfermedades como a las cantidades y efectos de los parásitos.

En escala limitada y local se ha obtenido un ligero alivio de esa escasez de alimentos durante el invierno en el Oeste mediante la dispersión y el movimiento de las concentraciones de animales deportivos. Colocando sal a la altura de las praderas de verano en Montana se ha alentado a las hordas de alces para que permanezcan más tarde en ellas durante el otoño y que vuelvan más temprano en primavera. Esto ha disminuido la demanda en las praderas limitadas de invierno y permitido cierta recuperación de plantas forrajeras, manteniendo los animales en áreas de abundantes existencias alimenticias. Considerando el problema en su totalidad, este procedimiento tiene una utilidad muy limitada y no puede aplicarse en las áreas principales en donde existe el problema, tales como los Estados del Este.

La solución que los biólogos han reconocido desde hace mucho tiempo consiste en reducir las manadas y en mantenerlas a densidades consistentes con las existencias de forraje. Esto puede lograrse fácilmente por medio de una caza liberalizada y el cobro de venados de cualquier sexo y edad. Desgraciadamente, no ha habido un completo entendimiento del problema y el sentimiento público ha combatido y evitado la adopción de estas medidas de conservación. La alternativa, que ahora se está siguiendo en la mayoría de los Estados, consiste en dejar que las fuerzas naturales lleven a cabo esa reducción, con la consiguiente deterioración de las praderas y un deplorable desperdicio de animales deportivos.

En otras importantes especies de fauna se observan intervalos de marcada prosperidad que alternan con períodos de aguda disminución de sus poblaciones, desconociéndose los factores básicos que expliquen esas tendencias cíclicas, pero se observa que el aumento en las cantidades de los huéspedes va acompañado de una correspondiente disminución de los ectoparásitos así como de la variedad y números de otras clases de "vida inferior". El incremento de la ocurrencia de estos agentes parásitos y agentes infecciosos es ciertamente un *efecto* de las grandes poblaciones de huéspedes, desconociéndose hasta qué grado puedan funcionar finalmente como *causa* directa o indirecta de la declinación. Una clara comprensión de esas relaciones sería de gran valor en lo futuro. Además de proporcionar una base firme para el buen manejo de las poblaciones de animales deportivos, es probable que esos conocimientos fundamentales podrían aplicarse en el campo de la epidemiología humana y en otras ramas de la ciencia relacionadas con las poblaciones de animales. Desde este punto de vista el problema justificaría la atención concertada y coordinada de los expertos en muchas especialidades e intereses.

J. P. Linduska, *antiguo subjefe de la rama de investigaciones sobre la fauna y actualmente jefe de la rama de manejo de animales deportivos de los Servicios de Pesca y Fauna de los Estados Unidos de Norteamérica, se graduó en la Universidad de Montana y en el Colegio del Estado de Michigan. Antes de formar parte de los Servicios de Pesca y Fauna en 1947, el doctor Linduska estuvo empleado como biólogo de la fauna con el Departamento de Conservación de Michigan y como entomólogo en la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas.*

Arthur W. Lindquist, *graduado del Colegio del Estado de Kansas, ha sido entomólogo de la división de insectos que atacan al hombre y a los animales de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas desde 1931. Ha efectuado y dirigido investigaciones sobre la biología y represión del gusano espiral, moscas corónidas, larvas del ganado, moscas de cuernos, moscas domésticas, tábanos y otras plagas que afectan al ganado.*

Pájaros, animales e insectos

E. R. Kalmbach

Los pájaros, los mamíferos y otros vertebrados trabajan constantemente para lograr la supresión natural de los insectos. No siempre pueden lograr una represión completa, pero ejercen efectos locales constantes y a veces decisivos en las poblaciones de insectos y especialmente los agricultores hacen bien en apreciar la ayuda que reciben de los pájaros.

Las circunstancias de la época llevaron las primeras investigaciones sobre ornitología y mamalogía económicas a campos cualitativos más bien que cuantitativos y se trató la mayoría de los problemas con la idea de descubrir por medio de análisis estomacales las características de los alimentos de los pájaros y mamíferos y por medio de un proceso de deducción se evaluó la situación económica de los seres relacionados. Una parte considerable de nuestros conocimientos tiene todavía este carácter, pero a través de los años los observadores experimentados han encontrado y evaluado en el campo algunos casos de supresión de insectos que se han registrado cuantitativamente. Generalmente esos relatos se refieren a condiciones locales y temporales y, sin embargo, la frecuencia de su ocurrencia bajo muchas y diversas condiciones es una indicación de sus posibilidades.

Para presentar esta información, hay que acudir a una compilación de los relatos publicados, y al hacerlo me he valido en gran parte de las contribuciones de W. L. McAtee, que más que ningún otro ha reunido informes de esta clase y cuya filosofía con referencia a la relación pájaro-insecto es clásica.

McAtee se preocupó siempre de iniciar sus disertaciones sobre la economía de las aves con palabras de cautela relativas a la naturaleza y extensión de los beneficios esperados, como puede verse en los siguientes párrafos:

"La utilidad general de los pájaros para detener el aumento de los animales y plantas perjudiciales es fácilmente comprensible. Debe admitirse, sin embargo, que mientras que los pájaros ejercen una influencia represiva constante en las cantidades de organismos en los que hacen presa e inclusive exterminan localmente ciertas plagas, no son lo suficientemente numerosos para enfrentarse con éxito a extensas invasiones.

"Los pájaros tienden a alimentarse en las cosas que abundan y que son fácilmente accesibles; por ejemplo, en la estación de bayas de saúco, un gran número de pájaros comen esas bayas. Si las moscas de mayo abundan en una localidad, prácticamente todos los pájaros que se encuentran en ella las devoran, y por tanto, en condiciones extraordinarias como las que ocurren en los brotes de insectos u otras plagas, es muy natural que los pájaros se sientan atraídos a los alimentos abundantes y fácilmente obtenibles y a menudo se intensifican los ataques a una determinada plaga por los enjambres de pájaros que acuden de las áreas cercanas."

Los casos de supresión de insectos que cito aquí sólo son fragmentos de una importante literatura y no he intentado incluir ilustraciones ni siquiera de los principales grupos de insectos o de las especies de pájaros cuyos buenos servicios se recuerdan.

Durante toda la historia de la Humanidad han ocurrido plagas de saltamontes o langostas y con frecuencia se encuentran relatos de lo que se consideró ayuda providencial dada por las gaviotas en la represión de los grillos mormones en las primeras épocas de los pobladores del valle del Lago Salado. Menos conocidos pero no menos significativos han sido los casos de supresión de saltamontes por los pájaros en el Medio Oeste. Samuel Aughey, de Nebraska, cita el siguiente caso:

"Ningún habitante de Nebraska olvidará las cantidades innumerables de langostas tiernas que se incubaron en la primavera de 1875, y sólo cuando se removieron por causas conocidas o desconocidas pudieron producirse cosechas en esa estación en la región infestada. Entre las pocas causas que contribuyeron a la destrucción de esas langostas durante dicho período se cuenta la labor de los pájaros insectívoros. Entre los lugares frecuentados por los pájaros había uno al oeste del arroyo Salado, a una distancia no mayor de dos millas de Lincoln. Había allá una pequeña área como de 320 acres que albergaba enormes cantidades de langostas. Los pájaros, sin embargo, la convirtieron en sitio de alimentación y las langostas disminuyeron diariamente en número, no quedando casi ninguna después de un mes. Se observaron otros ejemplos semejantes de esa labor de los pájaros más hacia abajo en el arroyo Salado y en el arroyo Central.

"En la primavera de 1877... en el arroyo Central y sus tributarios y en varios otros lugares pude comprobar que los pájaros reducían las cantidades de langostas en forma apreciable y radicalmente. Un ejemplo notable se hallaba a unas cuantas millas hacia abajo del arroyo Salado desde Lincoln. En mayo visité ese lugar debido a los informes sobre las grandes cantidades de langostas que había en él, cuyo número calculé al visitar el lugar en cerca de 135 por pie cuadrado. Ya los pájaros habían descubierto el sitio y podían verse codornices, alondras, pájaros arroceros, mirlos, avefrías, chorlitos y algunas cercetas de las praderas. Podía verlos con mi anteojo devorando los insectos, y un mes después casi no había una langosta en aquel sitio."

A. C. Burrill ha relatado un caso de represión por los pájaros más reciente de otros insectos perjudiciales estrechamente relacionados con los grillos mormones. Su relato es el siguiente: "El Estado de Washington, ayudado por los agentes del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, ha estado intentando reprimir el grillo Coulee que devasta grandes áreas en la vecindad de Adrian, Washington. Según informa Max Reeher, consejero científico de la Oficina de Entomología de los Estados Unidos de Norteamérica, durante el otoño anterior las alondras occidentales de pradera aparecieron en gran número en Dry Coulee y comenzaron a devorar los grillos recién incubados. Esos pájaros controlaron la situación tan eficazmente que se abandonaron los proyectos para una campaña de represión que habría de efectuarse en 1919.

Las alondras de pradera fueron casi completamente responsables de la limpieza total de esa área."

La evaluación de los efectos de los pájaros en las poblaciones de insectos se ha hecho a menudo computando la cantidad de alimento consumida por cada pájaro y prorrateándola luego de acuerdo con el número de pájaros comprendidos. Se empleó esa evaluación para juzgar el valor del gorrión inglés común en Utah en una época en que el picudo de la alfalfa estaba aumentando en importancia como plaga de dicha cosecha forrajera.

Cito lo siguiente de mis comentarios sobre las observaciones hechas en 1910 y 1911 en el valle del Lago Salado: "Se tomó tiempo a los pájaros progenitores (gorriones ingleses), generalmente durante una hora, y al fin de ese período se capturaban los pájaros que volvían y se examinaba el contenido de sus picos y gargantas. Promediando cierto número de esas observaciones, se obtenía una idea bastante exacta de la cantidad de alimento proporcionado diariamente a las progenies de polluelos recién incubados... Esas series de observaciones permitieron precisar... que 15 larvas (del picudo de la alfalfa) o su equivalente en peso de otros insectos era un cálculo bastante aproximado de la cantidad de alimento traída en cada viaje por los pájaros adultos y con frecuencia excedía considerablemente de ese número."

Sobre la base de esa cantidad de alimento que se traía en cada uno de los once viajes por hora y asumiendo que los polluelos recién incubados se alimentaran doce veces al día, una sola progenie de gorriones ingleses destruiría 1,980 larvas o su equivalente en otros insectos alimenticios. En aquella época no era raro encontrar patios de granjas con cobertizos para el ganado techados con paja, que contenían 100 o más nidos de gorriones ingleses. Esas colonias de pájaros devorarían un total de 198,000 larvas del picudo de la alfalfa diariamente, u otros insectos alimenticios semejantes. Como los polluelos recién incubados permanecían en los nidos aproximadamente diez días, habrían devorado un total de insectos alimenticios equivalente en volumen a 1.980,000 larvas de picudos durante su vida en el nido, y como los pájaros se alimentaban en las larvas de picudos en proporción aproximada de una cuarta parte del alimento total, parece probable que podían destruir aproximadamente 500,000 larvas y esas actividades son sólo ejemplo de lo que ocurría en gran número de granjas.

Si fuera posible restringir el alimento de insectos de los pájaros silvestres a ciertas áreas determinadas y comparar los resultados con otras área no frecuentadas por los pájaros, no sería tan difícil la evaluación de sus beneficios. A veces, sin embargo, las circunstancias hacen posible verificar en forma visual los efectos de la destrucción de insectos por los pájaros.

Una de esas oportunidades ocurrió en relación con los primeros estudios sobre la conexión de las poblaciones de pájaros con el picudo de la alfalfa. En ese caso, sin embargo, no fue una especie silvestre, sino una doméstica, el pollo, el que proporcionó la información. Los sucesos ocurrieron de la manera siguiente: los agricultores del valle del Lago Salado se dieron cuenta desde un principio de la labor benéfica efectuada por los pollos jóvenes y los pavos que se alimentaban en las larvas de los picudos. Colocando gallineros para estas aves en las áreas gravemente infestadas o cerca de ellas, no sólo se disminuían los insectos, sino que a la vez las aves obtenían una cantidad considerable del alimento necesario. Después de recolectar la primera cosecha de heno en un campo de quince acres, un agricultor cercano a Kaysville, Utah, colocó tres gallineros que contenían 100 pollos de ocho semanas de edad, 90 de cinco semanas y 160 de dos semanas. Esas progenies se movieron de un sitio a otro en el campo a medida que las áreas cercanas a los gallineros quedaban limpias de larvas. El 29 de junio de 1911 se inspeccionó todo el campo: en las áreas de donde se habían removido los gallineros, la segunda cosecha había crecido rápidamente

y tenía de 9 a 10 pulgadas de altura. En otros puntos alejados de la zona de alimentación de los pollos no había señales de una segunda cosecha. En un punto en donde se habían colocado dos gallineros durante algún tiempo a una distancia de varios metros los círculos de un verde brillante indicaban el área en que los pollos tiernos habían destruido las larvas en cantidad suficiente para permitir el crecimiento de una segunda cosecha. Si fuera posible restringir las actividades alimenticias de los pájaros silvestres en forma semejante, creo que podrían apreciarse en igual forma los beneficios de su labor.

Desde hace mucho tiempo se ha reconocido a los pájaros carpinteros como archienemigos de las plagas de insectos que perforan la madera y se ha escrito mucho sobre esos defensores de nuestros recursos forestales. Es difícil, sin embargo, evaluar con precisión los beneficios de esta clase de trabajo en las grandes áreas forestales en donde los pájaros tienen libre acceso. Sin embargo, se han hecho algunas evaluaciones significativas localmente.

Tom T. Torrel, de la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, dice lo siguiente en relación con una infestación de escarabajos del pinabete Engelmann en el Bosque Nacional de Kootenai, en Idaho:

"En 1937 se nos informó de una seria infestación de escarabajos del pinabete Engelmann que estaba arruinando los plantíos de pinabetes en el área de desagüe del arroyo Pinkham en el Bosque Nacional de Kootenai... Durante la época de la segunda inspección, en junio de 1938, se encontraron cantidades considerables de pinabetes infestados con progenies de invierno. Sin embargo, las actividades de los pájaros carpinteros habían destruido las progenies en tal forma que los orígenes potenciales de reinfestación se limitaban a las progenies que quedaban protegidas bajo la línea de nieve y podía predecirse que ocurrirían muy pocas reinfestaciones."

Los comentarios posteriores sobre esa situación precisaron lo siguiente: "Los pájaros carpinteros habían removido gran parte de la corteza de todos los árboles arriba de la línea de nieve y se cree que destruyeron el 75 u 80%, o tal vez más, de las progenies que se encontraban arriba de esa línea. Hemos observado que los pájaros carpinteros se concentran en los árboles más gravemente infestados, lo que hace que su labor sea más eficaz..."

Se han tenido informes más recientes sobre la labor benéfica de los pájaros carpinteros en la supresión de los escarabajos del pinabete del Bosque Nacional de White River, en Colorado, en donde los representantes de campo del Departamento de Agricultura pronto descubrieron pruebas de esos buenos efectos. C. L. Massey y Frank T. Hutchinson quedaron convencidos de que "durante el verano de 1947 los pájaros carpinteros fueron los enemigos naturales más importantes del escarabajo del pinabete Engelmann en esa área". Se hallaron comprendidas tres especies de pájaros carpinteros. Muchos de los árboles gravemente infestados quedaron totalmente descortezados, y en esos casos "la mortalidad de las progenies llegó casi a 100%. Aun en pequeña escala, el trabajo de los pájaros carpinteros redujo las poblaciones de escarabajos en más de la mitad". Se espera que puedan continuarse esas observaciones de una plaga de insectos que amenaza gran parte de los plantíos de pinabetes Engelmann y que se registre en su totalidad el papel de los pájaros carpinteros en su represión.

McAtee nos ha dado un sumario completo de los casos de represión de orugas por los pájaros y tomo de él algunas citas:

"Se supone generalmente que la oruga de la mariposa de penacho es demasiado velluda para que la coman los pájaros, pero ésta es otra creencia errónea. Cuando se vuelven comunes en Washington, Distrito de Columbia, casi todos los petirrojos que llevan alimento a sus polluelos muestran un montón delator de pelos blancos en sus picos... Alan G. Dustan, en Canadá, comprobó que los pájaros y las hormigas son los responsables del control de los insectos en los

bosques. Cuando expuso larvas a los ataques de los pájaros, desaparecieron con toda regularidad, creyendo que los pájaros destruyen la mitad de las larvas que se incuban en los bosques. Dice además que prácticamente toda masa de huevos depositada sobre la línea de nieve (y más del 90% de ellas lo son en esa forma) había sido destruida parcial o totalmente por los pájaros. El gorrión inglés en Massachusetts y el pájaro carpintero en Ohío son responsables de la exterminación local de las mariposas de penacho."

McAtee continúa citando un caso en el cual "los estorninos habían extirpado localmente una infestación mixta de larvas de mariposas gitanas y de cola café, y cuando E. H. Forbush estuvo encargado de la campaña contra la mariposa gitana en el Estado de Massachusetts, se observó que los pájaros controlaban en tal forma la mariposa gitana en cierta localidad durante varios años que se suspendieron los trabajos de los investigadores estatales... Era casi imposible completar ciertos experimentos con larvas protegidas por bolsas de malla, porque los pájaros capturaban muchas de las orugas de esas bolsas. Los pájaros destruyeron el 60% de las larvas de la mariposa gitana empleadas en esos experimentos".

El gusano de la manzana, que es la larva de la falena nocturna, ha llamado también la atención de los pájaros. Antes del principio del siglo, M. V. Slingerland, de la Estación Agrícola Experimental de Cornell, afirmó que "sin duda la ayuda más eficaz para el hombre en la represión de la falena nocturna son los pájaros". Se llegó a esta conclusión por la escasez de crisálidas intactas en invierno y por la abundancia de cubiertas vacías que aparentemente habían sido atacadas por los pájaros.

E. D. Sanderon informó en New Hampshire: "Sólo del 5 al 20% de las larvas sobreviven al invierno y un examen de varios árboles... demostró que sólo había un 5% de larvas vivas en primavera, habiendo destruido los pájaros un 87% de ellas, 4% las enfermedades y 3% el frío... Es evidente que los pájaros, especialmente los carpinteros velludos y los dentirrostros, son los enemigos más importantes de la falena nocturna en la Nueva Inglaterra..."

Los relatos continúan y hay ejemplos de la encomiable labor de los pájaros en la supresión de muchas otras especies de orugas, moscas, escarabajos, hormigas, escarabajos verdaderos, piojos de las plantas e insectos de escamas. A pesar de lo notable de esos éxitos, probablemente no representan la contribución más importante de los pájaros en la lucha del hombre contra los insectos destructores. Los casos que he citado, debido a la naturaleza misma de las cosas, son ejemplos notorios de la utilidad de los pájaros y constituyen los puntos salientes que han llamado la atención, habiéndose empleado esos relatos para puntuar una historia cuya mayor significación puede consistir no en lo extraordinario, sino en la diaria presión ejercida por los pájaros. Es muy difícil o casi imposible apreciar esos efectos, pero, sin embargo, no hay duda que existen.

Otra consideración que ha dejado dudas en las mentes de algunos que tratan de interpretar la utilidad de los pájaros es el hecho de que éstos no se alimentan exclusivamente en los insectos perjudiciales al hombre, sino que, dentro de ciertos límites, lo hacen en cualquier insecto que se encuentre presente y que esté disponible para su captura, y en esa forma pueden disminuirse tanto los insectos benéficos como los perjudiciales.

La respuesta a esa embrollada situación la dio en frases bien escogidas el finado F. E. L. Beal en un artículo publicado en el "Anuario de Agricultura" de 1908: "Quienquiera que espere encontrar en los pájaros organizaciones benéficas que trabajen con el solo fin de beneficiar a la raza humana sufrirá un desengaño. Los pájaros se alimentan para subsistir, y al hacer su selección sólo los guían sus propias consideraciones. Si se consideran en total todas las especies de pájaros insectívoros, se encuentra que devoran los insectos de va-

rias especies en las proporciones en que esos insectos existen en la Naturaleza... Parece que la verdadera función de los pájaros insectívoros no consiste tanto en la destrucción de ésta o aquélla plaga de insectos, sino en la disminución de las tribus de insectos en total, a fin de rebajar a un nivel inferior el gran flujo de la vida de los insectos."

Quiero añadir a lo anterior que la flexibilidad de sus hábitos alimenticios y una tendencia a devorar lo que más abunda y es más fácil de capturar hacen del mundo de los pájaros una fuerza móvil y eficaz para la reducción de cualquier insecto que sea extraordinariamente abundante, y es altamente significativo que los insectos perjudiciales sean por regla general los más abundantes.

Hay menos casos de destrucción de insectos por los mamíferos que por los pájaros, lo que indudablemente es una reflexión de las condiciones que existen. Como grupo, los mamíferos no ejercen en la vida de los insectos la presión que ejercen los pájaros. Esto es cierto a pesar del hecho de que los murciélagos son en su gran mayoría o casi exclusivamente insectívoros, que los topos, musarañas y ciertos roedores pequeños, especialmente las ratas de los saltamontes, mofetas y armadillos, se alimentan extensamente de insectos y que muchas otras especies consumen insectos frecuentemente. La disponibilidad y la abundancia juegan un papel importante para determinar la extensión de la destrucción de insectos por los mamíferos que casualmente se alimentan en ellos. Esas mismas consideraciones, sin embargo, determinan a menudo la abundancia o aun la supervivencia de los murciélagos, musarañas, topos y armadillos, que dependen en gran parte de los artrópodos para su alimento.

Desde un punto de vista estadístico, se sabe relativamente poco sobre la destrucción total o aun local de los insectos por los mamíferos. La alimentación de los murciélagos altamente insectívoros es esencialmente indeterminada en su carácter, y debo insistir en esto a pesar de las frecuentes afirmaciones, que todavía no se han comprobado, de las proezas de estos mamíferos alados en la represión de mosquitos. Indudablemente muchos mosquitos resultan víctimas de estos aviadores nocturnos, pero si se dedican algunos momentos a observar sus maniobras de vuelo, se quedará convencido de que es más probable que las mariposas, escarabajos, efémeras y otras formas que vuelan a mayor altura sean víctimas más probables de los murciélagos que los mosquitos que vuelan más bajo. Los exámenes estomacales han comprobado este hecho.

Las musarañas y los topos se alimentan en gran parte en los invertebrados subterráneos, entre los que se encuentran las formas de larvas y crisálidas de muchos escarabajos y lepidópteros perjudiciales. A causa de su abundancia, las lombrices constituyen también una de las principales fuentes de alimento. Los ratones de varias clases, especialmente el ratón de los saltamontes y el del venado, devoran muchos insectos y se hicieron notar por su destrucción de las orugas de pradera en New Mexico en 1913. Ese insecto apareció en casi la mitad de los estómagos de 56 ratones de venado capturados en praderas abiertas, y el total constituyó casi una quinta parte de su alimento. Los ratones de saltamontes capturados bajo las mismas condiciones establecieron una marca todavía mejor, ya que además de consumir una porción semejante de orugas de pradera habían consumido cantidades todavía mayores de saltamontes y el único alimento vegetal que habían injerido consistía en semillas de cardo ruso.

Las mofetas prestaron también muy buenos servicios contra las orugas de pradera en New Mexico en aquella época. Basándose en los excrementos examinados, casi el 85% de su alimento consistió en crisálidas de ese insecto. A fines de la estación de crisálidas, las localidades en las que había señales de la presencia de mofetas se encontraban casi libres de crisálidas, y con frecuencia en áreas de cuatro o cinco acres las dos terceras partes de las telarañas sedosas de esas crisálidas se encontraban vacías. Se informó que en una área

cercana a Maxwell sólo había un 5% de crisálidas intactas, lo que sin duda fue resultado de los ataques de los mamíferos, incluyendo varias especies de ratones, mofetas, tejones y aun coyotes.

Indudablemente el armadillo de nueve bandas que ocurre en grandes cantidades en Texas, Luisiana y Flores es nuestro mamífero de tamaño mediano más insectívoro. Los exámenes estomacales han demostrado que más del 92% de su alimento se compone de insectos y otros invertebrados, lo que lo coloca inmediatamente después de los murciélagos en su relación a los insectos, aunque en volumen de alimento consumido indudablemente ocupa el primer lugar. Por la variedad de especies que devora, el armadillo probablemente no tiene igual entre los mamíferos. Un ejemplar encontrado cerca de Ingram, Texas, había injerido por lo menos 87 alimentos diferentes (principalmente insectos), que comprendían en total más de 3,100 ejemplares.

Entre el alimento de insectos de los armadillos se encuentran gran número de las principales plagas agrícolas. Casi el 28% de su dieta consiste en adultos y larvas (larvas blancas) de escarabajos, y las termitas, hormigas y orugas (gusanos cortados) constituyen otra, completando las lombrices, milpiés y pequeños cangrejos un régimen que es típicamente subterráneo en su origen. La localización del alimento de los armadillos, debajo de la superficie, tiende a aminorar un poco los beneficios derivados de su consumo de insectos, y en su enérgica búsqueda de alimentos subterráneos el armadillo se preocupa poco del bienestar de las plantas tiernas, dando por resultado que el maíz en etapa de brote pueda ser destruido por los armadillos al remover las lombrices que podrían matar la planta en fecha posterior. En general, sin embargo, las características de la alimentación de los armadillos indican una influencia benéfica.

AL TRATAR LA CUESTIÓN DE LOS PÁJAROS Y MAMÍFEROS en relación con los insectos se piensa naturalmente en términos de destrucción directa y en los efectos causados en las poblaciones de insectos debido a los hábitos alimenticios de los predatores. Ha predominado este razonamiento desde que se consideró seriamente la relación tripartita entre el hombre y los insectos perjudiciales que se encuentran en puntos opuestos y los factores naturales que tienden a disminuir la intensidad de la lucha. La investigación que trata de demostrar y registrar los efectos de esa destrucción ha caracterizado las ciencias de la ornitología y mamalogía económicas en nuestro país y en Europa por más de un siglo.

Desde 1858 J. W. P. Jenks comenzó a examinar estómagos de petirrojos en Massachusetts para saber algo de sus hábitos alimenticios y relaciones económicas con la agricultura, y basándonos en esos trabajos podemos considerarlo como el precursor norteamericano en ese género de investigaciones. Unos 20 años más tarde, el profesor Aughey, de Nebraska, publicó sus *Notas Sobre la Naturaleza de la Alimentación de los Pájaros de Nebraska,* basadas en los estudios efectuados durante un período de 13 años en 90 especies diferentes y en un examen de más de 630 estómagos. Siguieron luego los trabajos de S. A. Forbes en Illinois, F. H. King en Wisconsin, B. H. Warren en Pennsylvania y C. M. Weed en New Hampshire. Otros muchos, que también eran entomólogos, contribuyeron a nuestros primeros conocimientos sobre la relación que existe entre pájaros e insectos y su represión, y todo esto sirvió para crear una temprana y creciente apreciación en los cuerpos legislativos estatales y federales sobre el significado de la represión biológica y contribuyó directamente en 1880 a la promulgación de la legislación federal relativa a esos estudios. Los primeros 5,000 dólares que se autorizaron específicamente para esa investigación se suministraron en 1885 al entomólogo del Departamento de Agricultura que "había declarado que la interrelación de los pájaros y los insectos era un asunto que desde hacía mucho tiempo había deseado incluir en los trabajos de su división", manifestando que la

fase de hábitos alimenticios de esos trabajos era de gran importancia para el agricultor.

Es muy significativo que aunque el estímulo de estos primeros esfuerzos para determinar la situación económica de los pájaros en los Estados Unidos de Norteamérica haya venido de la Unión de Ornitólogos Norteamericanos, haya estado apoyada eficazmente por los entomólogos, que desde hacía mucho tiempo habían reconocido, probablemente con mayor claridad que cualquier otro grupo, la importancia de los enemigos naturales en la represión de las plagas de insectos. Desde aquellos modestos principios las ciencias de la ornitología y mamalogía económicas en los Estados Unidos de Norteamérica crecieron constantemente durante las tres décadas siguientes. McAtee, que con todo derecho puede considerarse como el decano de los ornitólogos económicos norteamericanos, publicó en 1913 un índice de los diversos trabajos que trataban de los alimentos y relaciones económicas de los pájaros, preparados por los miembros de la Inspección Biológica, predecesora de los Servicios de Pesca y Fauna. El informe, publicado por el Departamento de Agricultura, comprendía 131 documentos que trataban de 401 pájaros nativos y 57 pájaros extranjeros o importados. Entre esa fecha y 1933, "el año del último sumario", se obtuvieron informes completos sobre 84 especies adicionales de pájaros y otras se mencionaron en breves informes. Desde 1933 se han hecho menos estudios sobre las preferencias alimenticias demostradas por los análisis estomacales y se ha dado mayor importancia a las evaluaciones de campo. Sin embargo, la conveniencia y necesidad de los exámenes estomacales continuará mientras el cuidado de la fauna se base en hechos.

Aunque el estudio de la economía de los pájaros y mamíferos de los Estados Unidos de Norteamérica ha sido más extenso que el efectuado en Europa, no se ha descuidado allá esa ciencia y su historia es aún más antigua. Los nombres y escritos de Prevost en Francia, Schleh y Rörig en Alemania y Gilmour y Collinge en la Gran Bretaña atestiguan el extenso reconocimiento dado en Europa a la importancia de los vertebrados como reguladores de las plagas de insectos. Son de gran importancia los trabajos efectuados en el extranjero sobre las especies que más tarde se introdujeron a este país, especialmente el gorrión inglés y el estornino.

En 1883 Schleh publicó un trabajo sobre la alimentación del gorrión doméstico en Alemania, y aunque no empleó el sistema volumétrico que se usa actualmente para computar el alimento, los resultados que obtuvo se comparan favorablemente con los procedimientos modernos.

Más recientemente, Walter E. Collinge, en Inglaterra, nos ha dado una evaluación del gorrión inglés en aquel país que permite hacer comparaciones directas entre una especie que por un lado tiene con nosotros más de un siglo con la misma especie en un medio en el que ha existido durante muchos siglos. Existen también comparaciones posteriores de la economía del gorrión inglés o doméstico en Turkestán, en donde T. Kashkarov y otros han evaluado su influencia directa en la producción de granos y otras cosechas.

Existe una comparación más precisa de la economía de otra especie introducida, de acuerdo con su comportamiento en nuestro país y en el extranjero, debida a los estudios efectuados en Inglaterra y en este país sobre el estornino, que se introdujo aquí a fines del siglo pasado y que ahora abunda generalmente en los Estados del Este, encontrándose en cantidades limitadas en la costa del Pacífico. Una comparación de los datos obtenidos con esos dos estudios "no dejó lugar a duda sobre la notable superioridad económica del pájaro norteamericano basándose en los estudios de sus hábitos alimenticios en esta época".

Podríamos continuar con estos relatos y citar las notables investigaciones efectuadas en Europa, Norteamérica, África del Sur, Australia y otras partes del mundo sobre ornitología económica. Todos demuestran el hecho de que la

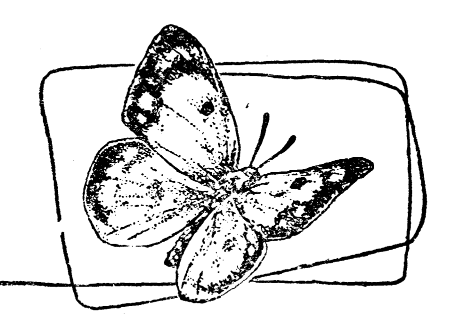
influencia de los pájaros en los asuntos del hombre se reconoce mundialmente. A medida que se examina la literatura existente sobre el asunto, se hace notar el hecho de que se ha reconocido con más frecuencia la destrucción de los insectos por los pájaros por los entomólogos relacionados directamente con la represión de los insectos, que por los ornitólogos, cuyo interés en el bienestar de los pájaros podría producir a veces deducciones equivocadas. De hecho, como los entomólogos se enfrentan al problema de buscar todos los medios posibles para obtener la represión de las plagas de insectos, tienen razón suficiente para reconocer la ayuda biológica, cualquiera que sea el origen de donde proceda.

Falta todavía mucho por saber en relación con la influencia de los pájaros y mamíferos en las poblaciones de insectos. Se necesita información cuantitativa, tanto local, extensa como actual, de los efectos de la destrucción causada por los vertebrados en las plagas de insectos económicamente importantes. Mucha de esa información tendrá que obtenerse por medio de numerosas observaciones y evaluaciones de campo, y es indispensable que los cálculos se hagan en escala sustancial y representativa de las poblaciones de insectos en presencia y ausencia de sus enemigos vertebrados, pudiendo obtenerse de ellos datos tangibles sobre la actual economía de esas destrucciones en el mundo de los insectos.

Mientras tanto, nos conviene conservar y alentar al máximo todos esos elementos naturales cuyos efectos de represión de las plagas de insectos, ya sean en grande o pequeña escala, son tan necesarios.

E. R. Kalmbach, *biólogo del Servicio de Pesca y Fauna del Departamento del Interior, está a cargo del Laboratorio de Inspección Sobre la Fauna del Centro Federal de Denver. Antes de formar parte de la Inspección Biológica, predecesora del Servicio de Pesca y Fauna, estuvo a cargo de trabajos de museo en Michigan.*

Bibliografía y apéndice



Una lista de publicaciones seleccionadas

Compilada por Ina L. Hawes y J. S. Wade

ENTOMOLOGÍA GENERAL

Sobre Temas Generales

Anales de la Sociedad Entomológica de Norteamérica, tomo I, Columbus, Ohío, 1908, publicado por la Sociedad Entomológica de Norteamérica.

Brues, C. T., y Melander, A. L.: *La Clasificación de Insectos, Una Clave de las Familias Conocidas de Insectos y Otros Artrópodos Terrestres,* Boletín de Zoología Comparativa del Colegio de Harvard, tomo LXXIII, 172 páginas, Cambridge, Massachusetts, 1932, reimpreso en 1945.

Brues, C. T.: *Dietario de Insectos, Una Relación de los Hábitos Alimenticios de Insectos,* 466 páginas, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1946.

Chamberlin, W. J.: *Nomenclatura y Literatura Entomológica,* 2a. edición, 135 páginas, Ann Arbor, Michigan, Edwards Bros. Inc., 1946.

Chapman, R. N.: *La Ecología Animal con Especial Referencia a los Insectos,* 1a. edición, 464 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1941.

Chu, H. F.: *Cómo Conocer los Insectos Prematuros. Clave Ilustrada para la Identificación de Órdenes y Familias de Muchos Insectos Prematuros, con Sugestiones para su Captura, Reproducción y Estudio,* 234 páginas, Dubuque, Iowa, William C. Brown Co., 1949.

Clausen, C. P.: *Insectos Entomófagos,* 688 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940.

Comstock, J. H.: *Introducción a la Entomología,* 9a. edición revisada, 1,064 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1940.

Essig, E. O.: *Entomología para Colegios,* 900 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1942.

Essig, E. O.: *Los Insectos del Oeste de Norteamérica,* 1,035 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1926, reimpresa en 1938.

Felt, E. P.: *Las Agallas de las Plantas y los Productores de Agallas,* 364 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1940.

Folsom, J. W., y Wardle, R. A.: *La Entomología con Especial Referencia a sus Aspectos Ecológicos,* 4a. edición revisada, 605 páginas, Filadelfia, Blakiston's & Co. Inc., 1934.

Frost, S. W.: *Entomología General,* 524 páginas, Nueva York, McGraw Hill Book Co. Inc., 1942.

Howard, L. O.: *El Libro de los Insectos,* 429 páginas, Nueva York, Doubleday, Page & Co., 1910, reimpreso en Nueva York, Doubleday, Doran & Co. Inc., 1937.

Johannsen, O. A., y But, F. H.: *La Embriología de los Insectos y Miriápodos, Historia del Desarrollo de los Insectos, Ciempiés y Milpiés, Desde la Postura Hasta la Incubación del Huevo,* 462 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1941.

Kellogg, V. L.: *Los Insectos Norteamericanos,* 3a. edición revisada, 694 páginas, Nueva York, Henry Holt & Co. Inc., 1914.

Matheson, Robert: *Entomología para Cursos Preparatorios,* 2a. edición, 629 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1951.

Michener, C. D., y Michener, M. H.: *Los Insectos Sociales Norteamericanos, El Libro de las Abejas, Hormigas, Avispas y Termitas,* 267 páginas, Nueva York, Van Nostrand Co., 1951.

Oman, P. W., y Cushman, A. D.: *La Captura y Preservación de los Insectos,* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Publicación Miscelánea, N° 601, 42 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1946.

Peterson, Alvah: *Manual de Métodos y Equipo Entomológico,* 5a. edición, dos partes en un volumen, Ann Arbor, Michigan, Edwards Bros., Inc., 1947.

Ross, H. H.: *Texto de Entomología,* 532 páginas, Nueva York, John Wyley & Sons, Inc., 1948.

Snodgrass, R. E.: *Principios de Morfología de los Insectos,* 667 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book, Co. Inc., 1935.

Steinhaus, E. A.: *Principios Sobre Patología de Insectos,* 757 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1949.

Steinhaus, E. A.: *Microbiología de Insectos, Relación de los Microbios Asociados con los Insectos y Garrapatas, con Referencia a las Relaciones Biológicas Existentes,* 763 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1946.

Torre-Bueno, J. R. de la: *Glosario de Entomología,* 336 páginas, Lancaster, Pennsylvania, Science Press Printing Co., 1937.

Ward's Natural Science Establishment, Inc.: *Cómo Formar una Colección de Insectos,* 32 páginas, Rochester, Nueva York, 1945.

Wheeler, W. M.: *Los Insectos Sociales, su Origen y Evolución,* 378 páginas, Nueva York, Harcourt, Brace & Co., 1928.

Wheeler, W. M.: *La Vida Social Entre los Insectos,* 375 páginas, Nueva York, Harcourt, Brace & Co., 1923.

Wigglesworth, V. B.: *Principios de Fisiología de Insectos,* 3a. edición, 434 páginas, Londres, Methuen & Co. Ltd., 1947. Edición norteamericana, Nueva York, E. P. Dutton & Co. Inc., 1939.

Sobre Historia

Essig, E. O.: *Historia de la Entomología,* 1,029 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1931.

Hatch, M. H.: *Un Siglo de Entomología en el Noroeste del Pacífico,* 43 páginas, Seattle, University of Washington Press, 1949.

Howard, L. O.: *Historia de la Entomología Aplicada en Forma de Anécdotas,* Colección Miscelánea de la Institución Smithsoniana, tomo LXXXIV, 564 páginas, Washington, Distrito de Columbia, 1930.

Osborn, Herbert: *Fragmentos de Historia Entomológica Incluyendo Algunos Recuerdos Personales de Hombres y Hechos,* dos partes, Columbus, Ohío, publicada por el autor, 1937-1946.

Weiss, H. B.: *El Siglo Precursor de la Entomología Norteamericana,* 320 páginas, New Brunswick, New Jersey, publicado por el autor, 1936.

SOBRE ECONOMÍA

Baerg, W. J.: *Introducción a la Entomología Aplicada,* 3a. edición revisada, 191 páginas, Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Co., 1948.

Brues, C. T.: *Los Insectos y el Bienestar del Hombre, un Estudio de las Relaciones más Importantes de los Insectos con la Salud del Hombre, la Agricultura y la Silvicultura,* edición revisada, 154 páginas, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1947.

Campbell, F. L., y Moulton, F. R., editores: *Procedimientos de Laboratorio en los Estudios de la Represión Química de los Insectos,* Publicación Nº 20 de la Sociedad Norteamericana para el Progreso de la Ciencia, 206 páginas, Washington, Distrito de Columbia, 1943.

Chamberlin, W. J.: *Los Insectos que Afectan los Productos Forestales y Otros Materiales,* 159 páginas, Corvallis, Oregón, publicado por la Asociación Cooperativa O. S. C., 1949.

Craighead, S. C.: *Los Insectos Enemigos de las Selvas Orientales,* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Publicación Miscelánea Nº 657, 679 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1950.

Cotton, R. T.: *Las Plagas de Insectos de los Granos Almacenados y de los Productos de Granos,* edición revisada, 244 páginas, Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Co., 1950.

Diario de Entomología Económica, tomo I, Menasha, Wisconsin, 1908, publicado por la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos.

Doane, R. W., Van Dyke, E. C., Chamberlin, W. J., y Burke, H. E.: *Los Insectos Forestales, Texto para uso de los Alumnos de las Escuelas, Colegios y Universidades Forestales y para los Investigadores Forestales,* 463 páginas, Nueva York, Mc-Graw-Hill Book Co. Inc., 1936.

Ebeling, Walter: *Entomología Subtropical,* 747 páginas, San Francisco, Lithotype Process Co., 1950.

Ewing, H. E.: *Manual de Parásitos Externos,* 225 páginas, Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1929.

Fernald, H. T., y Shepard, H. H.: *Entomología Aplicada, Texto que Presenta a los Insectos en sus Relaciones con el Hombre,* 4a. edición, 400 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1942.

Graham, S. A.: *Principios de Entomología Forestal,* 2a. edición, 410 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1936.

Herms, W. B.: *Entomología Médica, con Especial Referencia a la Salud y Bienestar del Hombre y de los Animales,* 4a. edición, 643 páginas, Nueva York, 1950.

Herms, W. B., y Gray, H. F.: *La Represión de los Mosquitos, Métodos Prácticos para Disminuir las Plagas y Vectores de Enfermedades,* 2a. edición revisada, 419 páginas, Nueva York, Commonwealth Fund, 1944.

Herrick, G. W.: *Los Insectos Enemigos de los Árboles de Sombra,* 417 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co., Inc., 1935.

Herrick, G. W.: *Los Insectos Perjudiciales para los Hogares y Molestos para el Hombre,* edición revisada, 478 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1926.

Isely, Dwight: *Métodos de Represión de Insectos,* dos partes, Minneapolis, Minnesota, Burgess Publishing Co., 1946-1947. Parte primera, 3a. edición revisada, sexta impresión, 1949. Parte segunda, 4a. edición revisada, cuarta impresión, 1947.

Keen, F. P.: *Los Insectos Enemigos de las Selvas Occidentales,* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Publicación Miscelánea núm. 273, revisada, 210 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1939.

Langford, G. S., editor: *Entoma, Directorio de Represión de Insectos y Plagas de las Plantas,* 9a. edición, 448 páginas, College Park, Maryland, División Oriental de la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos, 1951-1952.

Leach, J. G.: *La Transmisión de Enfermedades de las Plantas por los insectos,* 615 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1940.

Mallis, Arthur: *Manual de Represión de Plagas. El Comportamiento, Historia Vital y Represión de las Plagas Domésticas,* 566 páginas, Nueva York, MacNair-Dorland Co. Inc., 1945.

Matheson, Robert: *Entomología Médica,* 2a. edición, 612 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1950.

Maxson, A. C.: *Los Insectos y Enfermedades de la Remolacha de Azúcar,* 425 páginas, Fort Collins, Colorado, Fundación para el Desarrollo de la Remolacha de Azúcar, 1948.

Metcalf, C. L., y Flint, W. P.: *Insectos Destructores y Útiles, Sus Hábitos y Represión,* 3a. edición, revisada por R. L. Metcalf, 1,071 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1950.

Muesebeck, C. F. W.: *Los Nombres Comunes de Insectos Aprobados por la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos,* College Park, Maryland, 1950. Reimpresa del *Diario de Entomología Económica,* tomo XLIII, núm. 1, abril, 1959.

Needham, J. G., Frost, S. W., y Tothill, B. H.: *Los Insectos que Minan las Hojas,* 351 páginas, Baltimore, Williams & Wilkins Co., 1928.

Newcomer, E. J.: *Los Insectos de Huerto del Noroeste del Pacífico y su Represión,* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Circular núm. 270, revisada, 63 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1950.

Painter, R. H.: *La Resistencia a los Insectos en las Plantas de Cosecha,* 520 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1951.

Peairs, L. M.: *Las Plagas de Insectos de las Granjas, Jardines y Huertos,* 4a. edición, 549 páginas, Nueva York, John Wyler & Sons, Inc., 1941.

Pyenson, Louis: *La Represión de Plagas en los Jardines Domésticos, reeditada con Material Adicional,* 108 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1945.

Quayle, H. J.: *Los Insectos de los Cítricos y Otras Frutas Subtropicales,* 583 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1938.

Westcott, Cynthia: *El Libro de Insectos del Jardinero: 1,000 Plagas de Insectos y su Represión,* 590 páginas, Nueva York, American Garden Guild, Inc., y Doubleday & Co., 1946.

William, F. X.: *Manual de los Insectos y Otros Invertebrados de los Campos Hawaiianos de Caña de Azúcar,* 400 páginas, Honolulú, Asociación Hawaiiana de Productores de Caña de Azúcar, 1931.

Sobre Insecticidas

De Ong, E. R.: *La Química y los Usos de los Insecticidas,* 345 páginas, Nueva York, Reinhold Publishing Corp., 1948.

Dethier, V. G.: *Los Atrayentes y Repelentes Químicos de Insectos,* 289 páginas, Filadelfia, Blakiston Co., 1947.

Frear, D. D. E. H.: *La Química de los Insecticidas, Fungicidas y Herbicidas,* 2a. edición, 417 páginas, Nueva York, D. Van Nostrand Co. Inc., 1948.

Shepard, H. H.: *La Química y la Actuación de los Insecticidas,* 504 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1951.

De popularización

Curran, C. H.: *Los Insectos en Nuestra Vida,* 316 páginas, Nueva York, Sheridan House, 1951.

Duncan, C. D., y Pickwell, Gayle: *El Mundo de los Insectos,* 409 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1939.

Fabre, J. H. C.: *El Mundo de los Insectos de J. Henry Fabre, con una Introducción y Comentarios Interpretativos,* por Edwin W. Teale, 333 páginas, Dodd, Mead & Co., 1949. Incluye algunos de los más famosos estudios de Fabre.

Howard, L. O.: *La Amenaza de los Insectos,* 347 páginas, Nueva York, Century Co., 1931.

Jacques, H. E.: *Cómo Conocer los Insectos, Una Clave Ilustrada de las Familias de Insectos más Comunes, con Sugestiones para Coleccionarlos, Montarlos y Estudiarlos,* 2a. edición, 205 páginas, Dubuque, Iowa, William C. Brown Co., 1947.

Lutz, F. E.: *El Libro de Campo de los Insectos de los Estados Unidos de Norteamérica y del Canadá,* 3a. edición revisada, 510 páginas, Nueva York, G. P. Putnam's, 1935.

Lutz, F. E.: *Una Gran Cantidad de Insectos: La Entomología en un Jardín Suburbano,* 304 páginas, Nueva York, G. P. Putnam's Sons, 1941.

National Geographic Society: *Nuestros Amigos y Enemigos, los Insectos y Arañas,* 232 páginas, Washington, Distrito de Columbia, 1935.

Needham, J. G.: *Lecciones Elementales Sobre los Insectos,* 210 páginas, Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1928.

Pierce, G. W.: *El Canto de los Insectos,* 329 páginas, Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press, 1948.

Reinhard, E. G.: *La Magia de las Avispas,* 291 páginas, Nueva York, Century Co., 1929.

Standin, Anthony: *Los Insectos Invasores,* 228 páginas, Boston, Houghton, Mifflin Co., 1943.

Swain, R. B.: *La Guía de Insectos: Los Órdenes y Principales Familias de Insectos Norteamericanos,* 261 páginas, Garden City, Doubleday & Co. Inc., 1948.

Teale, E. W.: *Las Selvas de los Céspedes, un Libro Sobre Insectos,* edición revisada, 240 páginas, Nueva York, Dodd, Mead & Co., 1944.

Urquhart, F. A.: *Presentando a los Insectos,* 287 páginas, Nueva York, Henry Holt & Co., 1949.

Wellhouse, W. H.: *Cómo Viven los Insectos, Principios de Entomología,* 435 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1926.

Para Niños

Jones, M. P.: *Manual de Insectos de los Clubes 4-H,* Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Publicación Miscelánea núm. 318, revisada, 63 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1949.

Needham, J. G.: *Presentando a los Insectos, Un Libro Para Principiantes,* 129 páginas, Lancaster, Pennsylvania, Jacques Cattell Press, 1940. Se vende por Ronald Press Co., Nueva York.

Patch, E. M.: *La Señora Escarabajo y sus Pequeños,* 126 páginas, Orono, Maine, Pine Cone Publishing Co., 1913.

Patch, E. M.: *Un Pequeño Portal de la Ciencia,* Relatos de Hexápodos, 178 páginas, Boston, Atlantic Monthly Press, 1920.

Phillips, Sra. Mary Geisler: *Las Abejas de Miel y el Polen de las Hadas,* 213 páginas, Filadelfia, Macrae Smith Co., 1926.

Schackelford, Frederick: *Cuentos de Insectos,* 236 páginas, San Francisco, Harr Wagner Publishing Co., 1940.

Teale, E. W.: *El Libro de Insectos de los Niños,* 237 páginas, Nueva York, E. P. Dutton & Co. Inc., 1939.

Whitney, R. C.: *Seis Pies,* 288 páginas, St. Louis, Missouri, Webster Publishing Co., 1939.

GRUPOS DE INSECTOS

Coleópteros *(Escarabajos)*

Boving, A. G., y Craighead, F. C.: *Una Sinopsis Ilustrada de las Principales Formas de Larvas del Orden de los Coleópteros,* 351 páginas, Nueva York, Sociedad Entomológica de Brooklyn, 1931. Reimpresión tomada de la nueva serie de Entomológica Americana, tomo XI.

Leng, C. W.: *Catálogo de los Coleópteros de Norteamérica al Norte de México,* 470 páginas, Mount Vernor, Nueva York, John D. Sherman, Jr., 1920. Cinco suplementos, de 1927 a 1947.

DÍPTEROS *(Moscas y Mosquitos)*

Aldrich, J. M.: *Catálogo de los Dípteros o Moscas de Dos Alas de Norteamérica.* Colecciones Misceláneas de la Institución Smithsoniana, tomo XLVI, en parte, 680 páginas, Washington, Distrito de Columbia, 1905.

Hall, D. G.: *Las Moscas Corónidas de Norteamérica,* Sociedad Entomológica de Norteamérica, Publicación de la Fundación Thomas Fay, tomo IV, 477 páginas, Baltimore, 1948.

Matheson, Robert: *Manual de Mosquitos de Norteamérica, Su Anatomía y Biología, Cómo Pueden Estudiarse e Identificarse, Cómo Propagan las Enfermedades y Cómo Pueden Reprimirse,* 2a. edición revisada, 314 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1944.

Véase también la lista sobre Economía por Herms, W. B.

HEMÍPTEROS, HOMÓPTEROS *(Áfidos, Insectos de Escama, etc.)*

Fernald, Sta. María E. Smith: *Catálogo de los Cóccidos del Mundo,* Colegio Agrícola de Massachusets, Boletín Especial núm. 88 de la Estación Experimental de Hatch, 360 páginas, Amherst, Massachusetts, 1903. Para listas suplementarias *véanse* Series Técnicas de la Oficina de Entomología de los Estados Unidos de Norteamérica, núm. 12, parte 1a., 18 páginas, 1906; núm. 16, parte 3a., páginas 33-60, 1909; núm. 16, parte 4a., páginas 61-74, 1911; núm. 16, parte 6a., páginas 83-97, 1912. Actas de la Sociedad Entomológica de Washington, tomo XVII, páginas 25-38, 1915.

Ferris, J. F.: *Atlas de los Insectos de Escama de Norteamérica,* Series 1-5, Universidad de Stanford, Stanford University Press, 1937-1950. Series 1-4, Escamas Blindadas; serie 5, Seudo-cóccidos, parte 1a.

MacGillivray, A. D.: *Los Cóccidos,* 502 páginas, Urbana, Illinois, Scarab Co., 1921.

Patch, E. M.: *Catálogo de Plantas Alimenticias de los Áfidos del Mundo Incluyendo los Filoxéridos,* 231 páginas, Boletín 393 de la Estación Agrícola Experimental de Maine, Orono, 1928. Suplemento, Boletín 393-S, 1945.

Van Duzee, E. P.: *Catálogo de los Hemípteros de Norteamérica al Norte de México, con Excepción de los Afídidos, Cóccidos y Aleuródidos,* Publicaciones de la Universidad de California, Boletines Técnicos de Entomología, tomo II, 902 páginas, Berkeley, 1917.

Wilson, H. F., y Vickery, R. A.: *Una Lista de Especies de los Afídidos del Mundo y de las Plantas en que se Alimentan,* Actas de la Academia de Ciencias, Artes y Letras de Wisconsin, tomo XIX, 1a. parte, páginas 22-355, 1918.

HIMENÓPTEROS *(Hormigas, Avispas, Abejas)*

Creighton, W. S.: *Las Hormigas de Norteamérica,* Boletín de Zoología Comparada del Museo de la Universidad de Harvard, tomo CIV, 585 páginas, Cambridge, Massachusetts, 1950.

Muesebeck, C. F. W., Krombein, K. V., Townes, H. K., y otros: *Los Himenópteros de Norteamérica al Norte de México, Catálogo Sinóptico,* Monografías del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, núm. 2, 1,420 páginas, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1951.

Rau, Philip, y Rau, Nellie: *Estudios de Campos Sobre las Avispas,* 372 páginas, con ilustraciones, Princeton University Press, Princeton, 1918.

Wheeler, W. M.: *Las Hormigas, su Estructura, Desarrollo y Comportamiento,* 663 páginas, Nueva York, Columbia University Press, 1910, reimpreso en 1926.

Véanse también las clasificaciones sobre Temas Generales y de Popularización, por Reinhard, E. G.

Abejas y Apicultura

Grout, R. A., editor: *La Colmena y la Abeja, un Nuevo Libro Sobre Apicultura que Sustituye al Libro "Langstroth Sobre Colmenas y Abejas"*, edición revisada, 652 páginas, Hamilton, Illinois, Dadant & Sons, 1949.

Materlinck, Maurice: *La Vida de la Abeja,* traducido por Alfred Sutro, 427 páginas, Nueva York, Dodd, Meade & Co., 1901, varias ediciones.

Pellet, F. C.: *Plantas Norteamericanas de Miel Así Como las que Son de Valor Especial para los Apicultores como Fuentes de Polen,* 4a. edición, 467 páginas, Nueva York, Orange Judd Publishing Co., 1947.

Root, A. I.: *El ABC y XYZ de la Apicultura, Enciclopedia Relacionada con el Cultivo Científico y Práctico de las Abejas,* revisado por E. R. Root, H. H. Root y M. J. Deyel, 703 páginas, Medina, Ohío, A. I. Root Co., 1950.

Snodgrass, R. E.: *Anatomía y Fisiología de la Abeja,* 327 páginas, Nueva York, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1925.

Teale, E. W.: *El Enjambre Dorado, Un Libro Sobre Abejas,* 208 páginas, Dodd, Meade & Co., 1940.

Isópteros *(Termitas)*

Kofoid, C. A., editor: *Las Termitas y su Represión,* 2a. edición, 795 páginas, Berkeley, University of California Press, 1934.

Snyder, T. E.: *Catálogo de las Termitas del Mundo (Isópteros),* Colecciones Misceláneas de la Institución Smithsoniana, tomo CXII, 490 páginas, Washington, Distrito de Columbia, 1949.

Snyder, T. E.: *Nuestros Enemigos, Las Termitas,* edición revisada, 257 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1948.

Lepidópteros *(Mariposas, Falenas)*

Holland, W. J.: *El Libro de las Mariposas, Un Manual Popular y Científico que Describe e Ilustra Todas las Mariposas de los Estados Unidos de Norteamérica y del Canadá,* nueva edición, 424 páginas, Nueva York, Doubleday, Doran & Co. Inc., 1931. Lo vende Doubleday & Co., Nueva York.

Holland, W. J.: *El Libro de las Falenas, Una Guía Popular Para el Conocimiento de las Falenas de Norteamérica,* 479 páginas, Nueva York, Doubleday, Page & Co., 1913.

Klotx, A. B.: *Una Guía de Campo de las Mariposas de Norteamérica al Este de las Grandes Llanuras,* 349 páginas, Boston, Houghton, Mifflin Co., 1951.

Macy, R. W., y Shepard, H. H.: *Las Mariposas, Manual de las Mariposas de los Estados Unidos de Norteamérica en la Región al Norte de los Ríos Potomac y Ohío y al Este de las Dakotas,* 247 páginas, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1941.

McDunnough, J. H.: *Lista de los Lepidópteros de Canadá y los Estados Unidos de Norteamérica,* Memorias de la Academia de Ciencias del sur de California, tomo I, tomo II, núm. 1, Los Angeles, 1938, 1939.

Ortópteros *(Cucarachas, saltamontes, etc.)*

Blatchley, W. S.: *Los Ortópteros del Noreste de Norteamérica, con Especial Referencia a las Faunas de Indiana y Florida,* 784 páginas, Indianápolis, Indiana, Nature Publishing Co., 1920.

Hebard, Morgan: *Los Blátidos de Norteamérica al Norte de la Frontera Mexicana,* Memorias de la Sociedad Entomológica de Norteamérica, núm. 2, 284 páginas, Filadelfia, 1917.

Morse, A. P.: *Manual de los Ortópteros de Nueva Inglaterra,* Actas de la Sociedad de Historia Natural de Boston, tomo XXXV, núm. 6, páginas 203-556, 1920.

Uvarov, B. P.: *Langostas y Saltamontes, Un Manual para su Estudio y Represión* 352 páginas, Londres, Oficina Imperial de Entomología, 1928.

Sifonápteros *(Pulgas)*

Fox, Irving: *Las Pulgas del Este de los Estados Unidos de Norteamérica,* 191 páginas, Ames, Iowa State College Press, 1940.

Holland, G. P.: *Los Sifonápteros de Canadá,* Departamento de Agricultura del Canadá, Publicación núm. 817 (Boletín Técnico núm. 70), 306 páginas, Ottawa, 1949.

Hubbard, C. A. F.: *Las Pulgas del Oeste de Norteamérica y su Relación con la Salubridad Pública,* 533 páginas, Ames, Iowa State College Press, Inc., 1934.

Grupos Pequeños

Berner, Lewis: *Las Moscas de Mayo de Florida,* 267 páginas, Gaynesville, University of Florida Press, 1950.

Betten, Cornelius y otros: *Las Friganas Estriadas o Tricópteros del Estado de Nueva York,* Museo del Estado de Nueva York, Boletín núm. 292, 576 páginas, Albany, Universidad del Estado de Nueva York, 1934.

Frison, T. H.: *Estudios Sobre los Plecópteros de Norteamérica con Especial Referencia a la Fauna de Illinois,* Boletín de Inspecciones de Historia Natural de Illinois, tomo XXII, artículo 2, páginas 235-355, septiembre, 1942.

Maynard, E. A.: *Una Monografía Sobre los Colémbolos o Insectos Saltones del Estado de Nueva York,* 339 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1951.

Mills, H. B.: *Una Monografía Sobre los Colémbolos de Iowa,* 143 páginas, Ames, Iowa, Collegiate Press, Inc., 1934.

Needham, J. G., y Classen, P. W.: *Una Monografía Sobre los Plecópteros o Moscas de Piedra de Norteamérica al Norte de México,* Sociedad Entomológica de Norteamérica, Publicaciones de la Fundación Thomas Fay, tomo II, 397 páginas, La Fayette, Indiana, 1925.

Needham, J. G., y Heywood, H. B.: *Manual de las Libélulas de Norteamérica,* 378 páginas, Springfield, Illinois, Charles C. Thomas, 1929.

Needham, J. G., Traver, J. R., y Hsu, Y. C.: *La Biología de las Moscas de Mayo,* 759 páginas, Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co., 1935.

Ross, H. H.: *Las Friganas Estriadas o Tricópteros de Illinois,* Boletín de Inspección de Historia Natural de Illinois, núm. 23, artículo 1o., 326 páginas, Urbana, 1944.

Watson, J. R.: *Sinopsis y Católogo de los Tisanópteros de Norteamérica,* Estación Agrícola Experimental de Florida, Boletín núm. 168, 100 páginas, Gainesville.

GRUPOS RELACIONADOS CON LOS INSECTOS

(Ácaros, Garrapatas y Arañas)

Baker, E. W., y Wharton, G. W.: *Introducción a la Acarología,* 465 páginas, Nueva York, Macmillan Co., 1952.

Comstock, J. H.: *El Libro de las Arañas,* revisado y editado por W. J. Gertsch, 749 páginas, Nueva York, Doubleday, Doran & Co. Inc., 1940, reimpreso en Ithaca, Nueva York, Comstock Publishing Co. Inc., 1948.

Gertsch, W. J.: *Arañas Norteamericanas,* 285 páginas, Nueva York, D. Van Nostrand Co. Inc., 1949.

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Bibliografía de Agricultura, tomo I, Washington, Distrito de Columbia, 1942, editado por la Biblioteca del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.

Extractos Biológicos, tomo I, diciembre de 1926, Filadelfia, 1927.

Extractos de Química, tomo I, Washington, Distrito de Columbia, 1907, publicados por la Sociedad Química Norteamericana.

Hagen, H. A.: *Bibliotheca Entomologica, die Litteratur Über das ganze Gebiet der Entomologie bis zum Jahre 1862,* dos tomos, Leipzig, Verlag von Wilhelm Engelmann, 1862-1863.

Horn, Walther, y Schenkling, Sigmund: *Index Litteratura Entomologicae, Serie I: Die Welt-literaturüber die gesante Entomologie bis inklusive 1863,* cuatro partes, Berlin-Dahlem, Erschienen im Selbstverlag von doctor Walther Horn, 1828-1829.

Índice de la Literatura Sobre Entomología Económica Norteamericana, Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos, Publicación Especial 1-7, 1917-1948. El VII Índice fue publicado en College Park, Maryland, precedido por: *Bibliografía de la Entomología Económica Norteamericana,* partes 1-8, Washington, Distrito de Columbia, Oficina Impresora del Gobierno, 1889-1905.

Cómo obtener mayor información sobre insectos

Compilado por David G. Hall

La clase de información sobre insectos que una persona pueda necesitar determina en gran parte el lugar en donde debe buscarla. Puede necesitar, por ejemplo, saber sobre la identificación de un insecto determinado, medidas de represión de una plaga, reglamentaciones que controlan el envío de plantas, manera de marcar insecticidas, las fuentes de insecticidas, textos sobre insectos o sobre apicultura.

Nadie puede dar una información completa sobre todos esos temas, pero en casi todos los condados de los Estados Unidos de Norteamérica hay un agente de extensión agrícola a quien generalmente se le llama agente del condado, de la parroquia o director de extensión del condado. Como siempre se encuentra cerca y conoce las condiciones de la localidad, puede ser la primera persona a quien se consulte para obtener mayor información. Si no puede resolver el problema, por lo menos puede dar el nombre y dirección de la persona adecuada a la que haya que escribir o telefonear. Los agentes de extensión generalmente tienen sus oficinas en el juzgado del condado o en la oficina de correos del mismo y a menudo se encuentran en los directorios telefónicos bajo el nombre del condado juntamente con otros funcionarios del mismo.

Se dan a continuación las direcciones de los directores estatales de extensión. El personal de la mayoría de los servicios estatales de extensión incluye un entomólogo que está perfectamente capacitado para suministrar información sobre la identidad, hábitos y represión de los insectos, apicultura y publicaciones disponibles. Se puede obtener información semejante del entomólogo que forma parte del personal de la estación agrícola experimental estatal. Los funcionarios

de cuarentena de plantas se encuentran en la mejor situación para suministrar información sobre las reglamentaciones federales y estatales en relación con los movimientos de plantas y el marcado de insecticidas.

ESTACIONES AGRÍCOLAS EXPERIMENTALES

(A menos que se indique lo contrario, la correspondencia debe dirigirse como sigue: Estación Agrícola Experimental—en la Oficina Postal indicada.)

Estado o Territorio	*Dirección*
Alabama	Auburn.
Alaska	Palmer.
Arizona	Tucson.
Arkansas	Fayetteville.
California	Berkeley, 4.
Colorado	Fort Collins.
Connecticut	Estación Agrícola Experimental de Connecticut, New Haven, 4 .
	Estación Agrícola Experimental de Storrs, Storrs.
Delaware	Newark.
Florida	Gaynesville.
Georgia	Colegio de Agricultura, Athens.
	Estación Agrícola Experimental de Georgia, Experiment.
	Estación Experimental de Coastal Plains, Tifton.
Hawaii	Honolulú, 14.
Idaho	Moscow.
Illinois	Urbana.
Indiana	Lafayette.
Iowa	Ames.
Kansas	Manhattan.
Kentucky	Lexington, 29.
Louisiana	Estación University, Baton Rouge, 3.
Maine	Orono.
Maryland	College Park.
Massachusetts	Amherst.
Michigan	East Lansing.
Minnesota	University Farm. St. Paul, 1.
Mississippi	Colegio del Estado.
Missouri	Columbia.
Montana	Bozeman.
Nebraska	Lincoln, 1.
Nevada	Reno.
New Hampshire	Durham.
North Carolina	Estación del Colegio del Estado, Raleigh.
North Dakota	Estación del Colegio del Estado, Fargo.
Nueva Jersey	New Brunswick.
Nueva York	Estación Agrícola Experimental del Estado, Geneva.
	Estación Agrícola Experimental de la Universidad de Cornell, Ithaca.

NUEVO MÉXICO	Colegio del Estado.
OHÍO	Estación Agrícola Experimental de Ohío, Wooster.
	Universidad del Estado de Ohío, Columbus, 10.
OKLAHOMA	Stillwater.
OREGÓN	Corvallis.
PENNSYLVANIA	Colegio del Estado.
PUERTO RICO	Río Piedras.
RHODE ISLAND	Kingston.
SOUTH CAROLINA	Clemson.
SOUTH DAKOTA	Brookings.
TENNESSEE	Knoxville, 16.
TEXAS	College Station.
UTAH	Logan.
VERMONT	Burlington.
VIRGINIA	Blackburg.
WASHINGTON	Pullman.
WEST VIRGINIA	Morgantown.
WISCONSIN	Madison, 6.
WYOMING	Laramie.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE NORTEAMÉRICA

ADMINISTRACIÓN DE INVESTIGACIONES AGRÍCOLAS

Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas

(A menos que se especifique lo contrario, la dirección es: Washington, 25, D. C.)

Jefe de la Oficina.
Ayudante en Jefe de la Oficina (Administración).
Ayudante en Jefe de la Oficina (Represión).
Ayudante de Personal (Represión de Enfermedades de las Plantas).
Ayudante en Jefe de la Oficina (Insecticidas y Química).
Ayudante en Jefe de la Oficina (Reglamentación).
Ayudante en Jefe de la Oficina (Investigaciones).
División de Contabilidad y Auditoría.
División de Servicios Administrativos.
División de Presupuestos y Manejo Administrativo.
División de Apicultura y Represión Biológica, Centro de Investigaciones Agrícolas, Beltsville, Maryland.
División de Investigaciones Sobre Insectos de Cereales y Forrajes.
División de Investigaciones Sobre Insectos del Algodón.
División de Investigaciones Sobre Insectos Forestales, Centro de Investigaciones Agrícolas, Beltsville, Maryland.
División de Investigaciones Sobre Insectos Frutales.
División de Descubrimiento e Identificación de Insectos.
División de Información.
División de Investigaciones Sobre Insecticidas, Centro de Investigaciones Agrícolas, Beltsville, Maryland.
División Sobre Insectos que Afectan al Hombre y a los Animales.

División de Manejo de Personal.
División de Cuarentenas de Plantas.
División de Investigaciones Sobre Insectos de Productos Almacenados.
División de Investigaciones Sobre Insectos de Cosechas de Mercados y Jardines.

Director de la Región núm. 1 (Estados del Noreste), 20 Sanderson Street, Apartado 72, Greenfield, Massachusetts.

Proyecto de Represión del Nemátodo Dorado, Apartado 104, Hicksville, Nueva York.

Proyecto de Represión de las Mariposas Gitana y de Cola Café, 20 Sanderson Street, Apartado 72, Greenfield, Massachusetts.

Proyecto de Represión del Escarabajo Japonés, Apartado 461, Hoboken, Nueva Jersey.

Proyecto de Represión del Moho de Ampolla del Pino Blanco, 20 Sanderson Street, Apartado 72, Greenfield, Massachusetts.

Dirección de la Región núm. 2 (Estados del Sureste), Ave. 25, Límites de la Ciudad, Apartado 989, Gulfport, Mississippi.

Proyecto de Extirpación de las Enfermedades del Mosaico del Durazno y del Falso Durazno, Ave. 25, Límites de la Ciudad, Apartado 989, Gulfport, Mississippi.

Proyecto de Represión del Picudo de la Batata, Ave. 25, Límites de la Ciudad, Apartado 989, Gulfport, Mississippi.

Proyecto de Represión del Escarabajo de Franja Blanca (Costa del Golfo), Ave. 25, Límites de la Ciudad, Apartado 989, Gulfport, Mississippi.

Proyecto de Represión del Escarabajo de Franja Blanca (Costa Sur del Atlántico), 632 Mulberry Street, Macon, Georgia.

Director de la Región núm. 3 (Estados del Suroeste), Apartado 2300, 571 Federal Building, San Antonio, 6, Texas.

Proyecto de Represión de la Mosca Negra de los Cítricos, Oficina 212, Edificio McClendon, 305 East Jackson Street, Harlingen, Texas.

Proyecto de Represión de la Mosca Mexicana de la Fruta, Oficina 212, Edificio McClendon, 305 East Jackson Street, Harlingen, Texas.

Proyecto de Represión del Gusano Rosado de la Cápsula del Algodón, Apartado 2300, Oficina 571, Edificio Federal, San Antonio, 6, Texas.

Director de la Región núm. 4 (Estados del Oeste), 2288 Fulton Street, Berkeley, 4, California.

Proyecto de Extirpación de la Escama Hall, 336 Broadway, Chico, California.

Proyecto de Represión del Moho de Ampolla del Pino Blanco, 2288 Fulton Street, Berkeley, 4, California.

Director de la Región núm. 5 (Estados Centrales del Norte), Oficina 301, Edificio Metropolitan, Minneapolis, 1, Minnesota.

Proyecto de Extirpación del Vérbero, Oficina 301, Edificio Metropolitan, Minneapolis, 1, Minnesota.

Proyecto de Represión de los Saltamontes, Edificio 85, Centro Federal, Apartado 1056, Denver, 1, Colorado.

Proyecto de Represión del Moho de Ampolla del Pino Blanco, Oficina 301, Edificio Federal, Minneapolis, 1, Minnesota.

Centro de Aeropuertos y Equipo Especial, Apartado 7216, Oklahoma City, Oklahoma.

FUNCIONARIOS ENCARGADOS DE LA APLICACIÓN DE LA LEY FEDERAL SOBRE INSECTICIDAS, FUNGICIDAS Y RODENTICIDAS

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica.
Administración de Producción y Mercados.
Administrador.
Director, Rama de Ganado.
Jefe, División de Insecticidas.

Jefe, Sección Bacteriológica.
Jefe, Sección Química.
Jefe, Sección Entomológica.
Jefe, Sección de Fungicidas y Herbicidas.
Jefe, Sección de Investigaciones y Desarrollo de Casos.
Jefe, Sección Farmacológica y de Rodenticidas.
Jefe, Sección de Registro.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE COMISIONADOS, SECRETARIOS Y DIRECTORES DE AGRICULTURA

ALABAMA: Comisionado de Agricultura e Industria, 5151 Dexter Avenue, Montgomery, 1.

ARIZONA: Presidente, Comisión de Agricultura y Horticultura, Phoenix.

ARKANSAS: Director, Recursos y Desarrollo, Little Rock.

CALIFORNIA: Director de Agricultura, Edificio de Oficinas del Estado, núm. 1, Sacramento, 14.

COLORADO: Comisionado de Agricultura, Oficina 20, Museo del Estado, Denver, 2.

CONNECTICUT: Comisionado, Departamento de Granjas y Mercados, Edificio de Oficinas del Estado, Hartford.

DELAWARE: Secretario, Junta Estatal de Agricultura, Dover.

FLORIDA: Comisionado de Agricultura, Tallahassee.

GEORGIA: Comisionado de Agricultura, Capitolio del Estado, Atlanta, 3.

HAWAII: Presidente, Junta de Agricultura y Silvicultura, Honolulú, 1.

IDAHO: Comisionado de Agricultura, Oficina 206, Edificio del Estado, Boyce.

ILLINOIS: Director de Agricultura, Feria Estatal, Springfield.

INDIANA: Comisionado de Agricultura, Teniente Gobernador, 332 Edificio del Estado, Indianápolis.

IOWA: Secretario de Agricultura, Edificio del Estado, Des Moines, 19.

KANSAS: Secretario, Junta Estatal de Agricultura, Edificio del Estado, Topeka.

KENTUCKY: Comisionado de Agricultura, Frankfort.

LOUISIANA: Comisionado de Agricultura e Inmigración, Apartado 951, Baton Rouge, 1.

MAINE: Comisionado de Agricultura, Augusta.

MARYLAND: Funcionario Ejecutivo de la Junta Estatal de Agricultura, Universidad de Maryland, College Park.

MASSACHUSETTS: Comisionado de Agricultura, 41 Tremont Street, Boston, 8.

MICHIGAN: Director, Junta Estatal de Agricultura, Edificio de Oficinas del Estado, Lansing, 13.

MINNESOTA: Comisionado de Agricultura, Establos y Alimentos, Edificio de Oficinas del Estado, St. Paul, 1.

MISSISSIPPI: Comisionado de Agricultura y Comercio, Jackson, 5.

MISSOURI: Comisionado de Agricultura, Jefferson City.

MONTANA: Comisionado de Agricultura, Trabajo e Industria, Helena.

NEBRASKA: Director de Agricultura e Inspección, Lincoln, 9.

NEVADA: Director, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Apartado 1027, Reno.

NEW HAMPSHIRE: Comisionado de Agricultura, Concord.

NORTH CAROLINA: Comisionado de Agricultura, Centro de Agricultura, Raleigh.

NORTH DAKOTA: Comisionado de Agricultura y Trabajo, Bismarck.

NUEVA JERSEY: Secretario, Departamento Estatal de Agricultura, Trenton, 8.

NUEVA YORK: Comisionado de Agricultura y Mercados, Edificio de Oficinas del Estado, Albany, 1.

NUEVO MÉXICO: A. & M. College, Oficina Postal del Colegio del Estado.

OHÍO: Director de Agricultura, Columbus, 15.

OKLAHOMA: Presidente, Junta Estatal de Agricultura, Edificio del Estado, Oklahoma City.

OREGÓN: Director de Agricultura, Edificio de Agricultura, Salem.

PENNSYLVANIA: Secretario de Agricultura, Edificio de Oficinas del Sur, Harrisburg.

RHODE ISLAND: Director de Agricultura y Conservación, Providence, 2.

SOUTH CAROLINA: Comisionado de Agricultura, Edificio de Oficinas, Wade Hampton, Columbia.

SOUTH DAKOTA: Secretario de Agricultura, Pierre.

TENNESSEE: Comisionado de Agricultura, Nashville, 3.

TEXAS: Comisionado de Agricultura, Austin, 14.

UTAH: Presidente, Junta de Comisionados, Departamento Estatal de Agricultura, Salt Lake City, 1.

VERMONT: Comisionado de Agricultura, Montpelier.

VIRGINIA: Comisionado de Agricultura e Inmigración, Richmond, 19.

WASHINGTON: Director de Agricultura, Oficina 213, Edificio del Capitolio Viejo, Olimpia.

WEST VIRGINIA: Comisionado de Agricultura, Charleston, 5.

WISCONSIN: Director de Agricultura, Madison, 2.

WYOMING: Comisionado de Agricultura, Oficina 310, Edificio del Capitolio, Cheyenne.

FUNCIONARIOS DE CUARENTENAS DE PLANTAS DE LOS ESTADOS, TERRITORIOS, DISTRITO DE COLUMBIA, CANADÁ Y MÉXICO

ALABAMA: Jefe, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura e Industrias, 515 Dexter Avenue, Montgomery, 1.

ALASKA: Comisionado de Agricultura, Apartado 1101, Fairbanks.

ARIZONA: Entomólogo Estatal, Comisión de Agricultura y Horticultura, Apartado 6246, Phoenix.

ARKANSAS: Inspector en Jefe, Junta Estatal de Plantas, Capitol Avenue and Center Street, Little Rock.

CALIFORNIA: Jefe, Oficina de Cuarentena de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Sacramento, 14.

CANADÁ: Jefe, División de Protección de Plantas, Departamento de Agricultura, Ottawa, Ontario.

COLORADO: Jefe, División de Industria de Plantas, Oficina 20, Museo del Estado, Denver, 2.

CONNECTICUT: Entomólogo Estatal, Estación Agrícola Experimental, Apartado 1106, New Haven, 4.

DELAWARE: Inspector de Viveros, Junta Estatal de Agricultura, Dover.

DISTRITO DE COLUMBIA: Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, Washington, 25.

FLORIDA: Comisionado de Plantas, Junta Estatal de Plantas, Gaynesville.

GEORGIA: Director de Entomología, Capitolio del Estado, Atlanta, 3.

HAWAII: Inspector Encargado de la Cuarentena de Plantas, Junta de Comisionados de Agricultura y Silvicultura, Apartado 2520, Honolulú, 4.

IDAHO: Comisionado, Departamento Estatal de Agricultura, Boyce.

ILLINOIS: División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Oficina 300, Edificio de Artes Profesionales, Glen Ellyn.

INDIANA: Entomólogo Estatal, 311 West Washington Street, Indianápolis, 9.

IOWA: Entomólogo Estatal, Oficina 311, Edificio de Ciencias, Colegio del Estado de Iowa, Ames.

KANSAS, NORTE: Entomóloogo Estatal, Colegio de Agricultura y Ciencias Afines del Estado, Manhattan.

KANSAS, SUR: Entomólogo Estatal, Universidad de Kansas, Lawrence.

KENTUCKY: Entomólogo Estatal, Colegio de Agricultura, Universidad de Kentucky, Lexington, 29.

LOUISIANA: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura e Inmigración, Apartado 4153, Estación Capitol, Baton Rouge, 4.

MAINE: División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Augusta.

MARYLAND: Entomólogo Estatal, Universidad de Maryland, College Park.

MASSACHUSETTS: Subdirector, División de Represión de Plagas de Plantas y Feria, 41 Tremont Street, Boston, 8.

MÉXICO: Director General de Agricultura, San Jacinto, Distrito Federal, México.

MICHIGAN: Jefe, Oficina de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Lansing, 13.

MINNESOTA: Director, Junta de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Establos y Alimentos, Granja University, St. Paul, 1.

MISSISSIPPI: Entomólogo, Junta Estatal de Plantas, Colegio del Estado.

MISSOURI: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura, Jefferson City.

MONTANA: Jefe, División de Horticultura, Departamento Estatal de Agricultura, Trabajo e Industria, Missoula.

NEBRASKA: Entomólogo Estatal, Oficina de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura e Inspección, Lincoln, 9.

NEVADA: Director, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Apartado 1027, Reno.

NEW HAMPSHIRE: Entomólogo Estatal, Represión y Supresión de Insectos y Enfermedades de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Durham.

NORTH CAROLINA: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura, Raleigh.

NORTH DAKOTA: Entomólogo Estatal, Departamento de Entomología, Colegio Agrícola de North Dakota, Fargo.

NUEVA JERSEY: Director, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Trenton, 8.

NUEVA YORK: Director, Oficina de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura y Mercados, Albany, 1.

NUEVO MÉXICO: Inspector Delegado, Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas, Colegio del Estado.

OHÍO: Jefe, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Columbus, 15.

OKLAHOMA: Director, División de Entomología e Industria de Plantas, Junta Estatal de Agricultura de Oklahoma, Oklahoma City, 5.

OREGÓN: Jefe, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Edificio Agrícola, Salem.

PENNSYLVANIA: Director, Oficina de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Harrisburg.

PUERTO RICO: Director, Servicio de Cuarentena de Plantas, Departamento de Agricultura y Comercio, San Juan.

RHODE ISLAND: Administrador, División de Entomología e Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura y Conservación, Edificio del Estado, Providence, 2.

SOUTH CAROLINA: Entomólogo, Comisión Estatal de Plagas de Cosechas, Clemson.

SOUTH DAKOTA: Director, División de Industria de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Pierre.

TENNESSEE: Entomólogo y Patólogo Estatal de Plantas, Oficina 312, Edificio Cotton States, Nashville, 3.

TEXAS: División de Cuarentena de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Austin.

UTAH: Inspector de Supervisión Estatal, Departamento Estatal de Agricultura, Salt Lake City.

VERMONT: Inspector de Viveros de Vermont, 230 Loomis Street, Burlington.
Director, División de Represión de Plagas de Plantas, Departamento Estatal de Agricultura, Montpelier.

VIRGINIA: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura e Inmigración, Oficina 1112, Edificio de Oficinas del Estado, Richmond, 19.

WASHINGTON: Supervisor de Horticultura, Departamento Estatal de Agricultura, Olympia.

WEST VIRGINIA: Entomólogo, Departamento Estatal de Agricultura, Charleston, 5.

WISCONSIN: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura, Capitolio del Estado, Madison, 2.

WYOMING: Entomólogo Estatal, Departamento Estatal de Agricultura, Powell.

ASOCIACIONES

Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos.
Oficina del Secretario-Tesorero.
Universidad de Maryland, College Park, Maryland.

Sociedad Entomológica de Norteamérica, Universidad de Minnesota, Granja University, St. Paul, 1, Minnesota.

Asociación Nacional de Sustancias Químicas Agrícolas, Edificio Barr, 910 Seventeenth Street, Noroeste, Washington, 6, Distrito de Columbia.

Asociación Nacional de Fabricantes de Insecticidas y Desinfectantes, 110 East Forty-second Street, Nueva York, 17, Nueva York.

Asociación Nacional Para la Represión de Plagas, Incorporada. 30 Church Street, Nueva York, 7, Nueva York.

Asociación Nacional de Enlatadores. 1133 Twentieth Street, Noroeste, Washington, 6, Distrito de Columbia.

Asociación Nacional de Rociadores y Espolvoreadores, Oficina 4300, Edificio de la Junta de Comercio, Chicago, 4, Illinois.

Para organizaciones privadas, consúltese:

Boletín núm. 115 del Consejo Nacional de Investigación: *Manual de Sociedades e Instituciones Científicas y Técnicas de los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá,* 1948 (21101 Constitution Avenue, Noroeste, Washington, Distrito de Columbia).

Boletín núm. 113 del Consejo Nacional de Investigación, *Laboratorios de Investigaciones Industriales de los Estados Unidos de Norteamérica,* 1946 (21101 Constitution Avenue, Noroeste, Washington, Distrito de Columbia).

DIRECTORES DE EXTENSIÓN ESTATAL

ALABAMA: Instituto Politécnico de Alabama, Auburn.
ARIZONA: Universidad de Arizona, Tucson.
ARKANSAS: Colegio de Agricultura, Universidad de Arkansas, Fayetteville.
CALIFORNIA: Colegio de Agricultura, Universidad de California, Berkeley, 4.
COLORADO: Colegio Agrícola y Mecánico de Colorado, Fort Collins.
CONNECTICUT: Director Asociado, Universidad de Connecticut, Storrs.
DELAWARE: Universidad de Delaware, Newark.
FLORIDA: Servicio de Extensión Agrícola, Edificio Hortícola, Gainesville.
GEORGIA: Colegio de Agricultura del Estado de Georgia, Athens.
IDAHO: Colegio de Agricultura, Universidad de Idaho, Moscow.
ILLINOIS: Colegio de Agricultura, Universidad de Illinois, Urbana.
INDIANA: Universidad de Purdue, Lafayette.

IOWA: Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas del Estado de Iowa, Ames.

KANSAS: Colegio de Agricultura y Ciencias Aplicadas del Estado de Kansas, Manhattan.

KENTUCKY: Colegio de Agricultura, Universidad de Kentucky, Lexington, 29.

LOUISIANA: Universidad y Colegio Agrícola y Mecánico del Estado de Louisiana, Estación University, Baton Rouge, 3.

MAINE: Colegio de Agricultura, Universidad de Maine, Orono.

MARYLAND: Universidad de Maryland, College Park.

MASSACHUSETTS: Universidad de Massachusetts, Amherst.

MICHIGAN: Colegio de Agricultura y Ciencias Aplicadas del Estado de Michigan, East Lansing.

MINNESOTA: Departamento de Agricultura de la Universidad de Minnesota, Granja University, St. Paul, 1.

MISSISSIPPI: Colegio del Estado de Mississippi, State College.

MISSOURI: Colegio de Agricultura, Universidad de Missouri, Columbia.

MONTANA: Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas del Estado de Montana, Bozeman.

NEBRASKA: Colegio de Agricultura, Universidad de Nebraska, Lincoln, 1.

NEVADA: Servicio de Extensión Agrícola, Universidad de Nevada, Reno.

NEW HAMPSHIRE: Universidad de New Hampshire, Durham.

NORTH CAROLINA: Colegio del Estado de North Carolina, Estación del Colegio del Estado, Raleigh, North Carolina.

NORTH DAKOTA: Colegio Agrícola de North Dakota, Estación del Colegio del Estado, Fargo.

NUEVA JERSEY: Colegio Estatal de Agricultura y Artes Mecánicas de la Universidad de Rutgers, New Brunswick.

NUEVA YORK: Colegio de Agricultura del Estado de Nueva York, Ithaca.

NUEVO MÉXICO: Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas de Nuevo México, State College.

OHÍO: Colegio de Agricultura, Universidad del Estado de Ohío, Columbus, 10.

OKLAHOMA: Colegio Agrícola y Mecánico de Oklahoma, Stillwater.

OREGÓN: Colegio Agrícola del Estado de Oregón, Corvallis.

PENNSYLVANIA: Colegio del Estado de Pennsylvania, State College.

RHODE ISLAND: Universidad de Rhode Island, Kingston.

SOUTH CAROLINA: Colegio Agrícola Clemson de South Carolina, Clemson.

SOUTH DAKOTA: Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas del Estado de South Dakota, Brookings.

TENNESSEE: Colegio de Agricultura, Universidad de Tennessee, Knoxville, 7.

TEXAS: Colegio Agrícola y Mecánico de Texas, Estación Colegio.

UTAH: Colegio Agrícola del Estado de Utah, Logan.

VERMONT: Colegio de Agricultura, Burlington.

VIRGINIA: Instituto Politécnico de Virginia, Blacksburg.

WASHINGTON: Apartado 328, Estación Colegio, Pullman.

WEST VIRGINIA: Colegio de Agricultura, Universidad de West Virginia, Morgantown.

WISCONSIN: Director Asociado, Colegio de Agricultura, Universidad de Wisconsin, Madison, 6.

WYOMING: Colegio de Agricultura, Universidad de Wyoming, Laramie.

TERRITORIOS

ALASKA: Universidad de Alaska, Colegio.

HAWAII: Universidad de Hawaii, Honolulú.

PUERTO RICO: Universidad de Puerto Rico, Río Piedras.

Tablas de conversión y equivalencias

Compiladas por R. H. Nelson

A veces es conveniente emplear una taza de medir o cucharas de medir para preparar rocíos para su aplicación en dinteles o pequeños jardines, y para ello son útiles los siguientes equivalentes:

3 cucharaditas = 1 cucharada
2 cucharadas = 1 onza fluida
16 cucharadas, 2 cuartos de cuartillo, 1/2 pinta, 8 onzas fluidas = 1 taza

Dilución de insecticidas

Algunos insecticidas, tales como los que se destinan para usos domésticos, se compran listos para usarse. En general, sin embargo, es necesario diluir la sustancia con agua para formar un rocío, o mezclarla con alguna sustancia seca para formar un polvo. Deben leerse y seguirse cuidadosamente las instrucciones de los fabricantes en los marbetes de los recipientes.

Los datos que siguen tienden a ayudar a los usuarios para obtener la dilución adecuada de varios tipos de insecticidas.

Rocíos

Insecticidas en polvo. A menudo las recomendaciones para el uso de insecticidas en polvo para emplearse como rocíos se dan a base de libras por 100 galones. Las cantidades necesarias para producir la misma dilución en cantidades de agua más pequeñas se dan en la tabla que sigue:

Cantidad de agua en galones	*Cantidad de insecticida*				
100 galones	1 lb.	2 lb.	3 lb.	4 lb.	5 lb.
25 "	4 oz.	8 oz.	12 oz.	1 lb.	1-1/4 lb.
12.5 "	2 oz.	4 oz.	6 oz.	8 oz.	10 oz.
2.5 "	0.4 oz.	0.8 oz.	1.2 oz.	1.6 oz.	2 oz.

Varios de los insecticidas descubiertos más recientemente, tales como el DDT, se presentan en forma de polvos humedecibles que contienen solamente un procentaje específico de la sustancia tóxica. Sin embargo, las recomendaciones pueden basarse en libras efectivas de insecticida por cada 100 galones, pudiendo emplearse la tabla de diluciones anterior para encontrar la cantidad deseada, multiplicándola por el factor adecuado que se da en la tabla insertada en la página siguiente. El resultado será la cantidad de polvo humedecible que haya que emplear.

Ejemplo. Una cierta recomendación exige la aplicación de un rocío que contenga DDT en proporción de 3 libras por 100 galones, y se desea preparar 2.5 galones de rocío empleando un polvo humedecible de DDT que se sabe que

contiene 25% de la sustancia. La tabla de diluciones de la página anterior indica que 1.2 onzas para 2.5 galones equivale a 3 libras para 100 galones. Por tanto, se multiplica 1.2 onzas por 4, el factor indicado abajo para un material que contenga 25% de sustancia tóxica, encontrándose que se deben usar 4.8 libras de polvo humedecible de DDT.

	Porcentaje de insecticida en polvo humedecible				
	20	*25*	*40*	*50*	*75*
Factor	5	4	2-1/2	2	1-1/2

Los polvos humedecibles se recomiendan también para emplearse a base de porcentajes en rocíos y baños, y las recomendaciones especifican generalmente un determinado porcentaje de la sustancia tóxica. Se dan a continuación los equivalentes que hay que emplear para preparar esas suspensiones:

Porcentaje de sustancia tóxica en polvo humedecible	*Libras de polvo humedecible necesarias para hacer 100 galones de rocío con un contenido de sustancia tóxica de*		
	0.25 %	*0.50 %*	*1 %*
20	10.4	20.9	41.7
25	8.3	16.7	33.4
40	5.2	10.4	20.9
50	4.2	8.3	16.7
75	2.8	5.6	11.1

Puede calcularse la cantidad de libras de cualquier polvo humedecible necesarias para preparar cualquier cantidad dada de rocíos o baños con un porcentaje dado de sustancia tóxica empleando la siguiente fórmula; esta fórmula debe emplearse también para raíces pulverizadas de derris o cuba cuando se conoce su contenido de rotenona:

$$\frac{\text{Número de galones del rocío} \times 8.345 \times \text{Porcentaje deseado de sustancia tóxica en el rocío}}{\text{Porcentaje de sustancia tóxica en el polvo humedecible}} = \text{a libras de polvo humedecible que hay que emplear.}$$

Ejemplo. Se necesitan 500 galones de un baño que contenga 0.25% de DDT. El polvo humedecible que va a usarse contiene 50% de DDT:

$$\frac{500 \times 8.345 \times 0.25}{50} = 21 \text{ libras de polvo humedecible.}$$

Se añade entonces agua hasta completar los 500 galones necesarios para el baño.

Insecticidas líquidos. Los insecticidas en forma de soluciones o emulsiones concentradas se manejan más fácilmente con medidas para líquidos. Sin embargo, como las recomendaciones para los rocíos se hacen generalmente a base del peso de la sustancia tóxica por volumen de agua o de porcentaje por peso, o peso de la sustancia tóxica que haya que aplicar a una área dada, a menudo la dilución de esos concentrados puede ser confusa. Si el marbete especifica que el concentrado contiene cierta cantidad real de insecticida por peso por unidad de volumen, por ejemplo, una libra por cuartillo, la dilución no es difícil y pueden obtenerse las cantidades proporcionales en la tabla que sigue:

Cantidad de agua en galones	*Cantidad de material*				
100	1/2 pt.	1 pt.	1 qt.	1/2 gal.	1 gal.
25	2 oz. fl.	4 oz. fl.	8 oz. fl.	1 pt.	1 qt.
12.5	1 oz. fl.	2 oz. fl.	4 oz. fl.	1/2 pt.	1 pt.
2.5	0.2 oz fl.	0.4 oz. fl.	0.8 oz. fl.	1.6 oz fl.	3.2 oz. fl.

Para determinar el volumen en galones de una emulsión o solución concentradas de la que se conoce el porcentaje por peso de sustancia tóxica, y que se va a emplear para hacer una emulsión de un determinado porcentaje de sustancia tóxica por peso, procédase en la forma siguiente: multiplíquese el número de galones de rocío que hay que preparar por el porcentaje deseado de materia tóxica y divídase el producto por el porcentaje de materia tóxica en el concentrado multiplicado por tantas veces como su gravedad específica.

Hay que preparar 100 galones de rocío que contengan 2% de clordano por peso de una emulsión concentrada conteniendo 40% de clordano, que tiene una gravedad específica de 1.02. La cantidad de concentrado que se necesite será la siguiente:

$$\frac{100 \times 2}{40 \times 1.02} = 4.9 \text{ galones}$$

Se añade agua suficiente para hacer 100 galones de rocío.

Las recomendaciones para la aplicación de insecticidas en el campo se hacen a menudo en libras de sustancia tóxica por acre. El peso de la sustancia tóxica en un galón de emulsión concentrada se determina fácilmente cuando se conocen el porcentaje de sustancia tóxica y su gravedad específica, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{8.345 \times \text{gravedad específica} \times \text{porcentaje de sustancia tóxica}}{100} = \text{libras de sustancia tóxica}$$

Ejemplo. Se va a usar una emulsión concentrada de clordano que contiene 45% de la sustancia por peso, con gravedad específica de 1.07. Cada galón del concentrado contiene:

$$\frac{8.345 \times 1.07 \times 45}{100} = 4 \text{ libras de clordano.}$$

La cantidad de agua que haya que añadir depende del método de aplicación. Si se requiere una libra de clordano por acre debe emplearse un cuartillo del concentrado en la cantidad de rocío que el equipo disponible aplique por acre.

A menudo el usuario común desconoce la gravedad específica, y en ese caso puede emplearse la fórmula anterior omitiendo ese dato y los resultados serán aproximadamente correctos.

Polvos

Los insecticidas se aplican también en forma de polvo. Generalmente se emplea una sustancia no insecticida como diluyente; por ejemplo, el talco. Esos polvos se encuentran en el mercado listos para usarse. Sin embargo, si se necesita una dilución adicional o si se desea preparar el polvo con los diversos ingredientes, puede emplearse la siguiente fórmula:

Para determinar el peso del material insecticida que haya que usar para preparar un polvo que contenga un porcentaje dado de sustancia tóxica, multiplíquese el porcentaje de sustancia tóxica deseado por las libras de polvo que haya que preparar y divídase por el porcentaje de sustancia tóxica en el material insecticida que vaya a emplearse.

Ejemplo. Hay que preparar 100 libras de polvo que contenga 0.5 de rotenona. La raíz pulverizada que va a emplearse contiene 4% de rotenona y la cantidad de raíz pulverizada que se necesita es la siguiente:

$$\frac{0.5 \times 100}{4} = 12.5 \text{ libras}$$

Se añade entonces suficiente diluyente para completar 100 libras.

Proporciones de aplicación

Las proporciones para el empleo de insecticidas en cosechas de surco se dan a menudo en galones de rocío o en libras de polvo por acre. En la tabla que sigue se dan las proporciones de aplicación aproximadamente equivalentes para emplearse en áreas de menos de un acre. Las cifras se basan en surcos a distancia de 3 pies uno de otro:

Rocíos

Proporción por acre	*Para 100 pies de surco*	*Un galón cubrirá:*	
Galones	*Pintas*	*Pies de surco*	*Pies cuadrados*
5	1/4	2,904	8,712
10	1/2	1,452	4,356
25	1-1/2	581	1,742
50	2-3/4	290	871
75	4	194	581
100	5-1/2	145	436
200	11	73	218

Polvos

Proporción por acre	*Para 100 pies de surco*	*Una libra cubrirá:*	
Libras	*Onzas*	*Pies de surco*	*Pies cuadrados*
5	0.6	2,904	8,712
10	1.1	1,452	4,356
15	1.7	968	2,904
20	2.2	726	2,178
25	2.8	581	1,742
50	5.5	290	871

Tablas de conversión

En la dilución y aplicación de insecticidas, a menudo es necesario determinar el equivalente de varios pesos y medidas, y para ello se dan las siguientes tablas, que están preparadas en tal forma para que se encuentren los equivalentes leyéndolas por cualquiera de sus lados:

Pesos

Unidades norteamericanas avoirdupois	*Unidades métricas*
1 onza (oz)—16 dracmas (dr)	28.35 gramos (gm).
1 libra (lb)—16 onzas	453.59 gramos.
1 tonelada corta—2,000 libras	0.91 tonelada métrica.
1 tonelada larga—2,240 libras	1.02 tonelada métrica.

Medidas para líquidos

Unidades norteamericanas	*Unidades mètricas*
1 onza fluida (oz fl)	29.57 mililitros (ml).
1 gill—4 onzas fluidas	118.29 mililitros.
1 pinta (pt)—4 gills	0.47 litros (l).
1 cuartillo (qt)—2 pintas	0.95 litros.
1 galón (gal)—4 cuartillos	3.79 litros.

Medidas para áridos

Unidades norteamericanas	*Unidades métricas*
1 pinta	0.55 litros.
1 cuartillo—2 pintas	1.1 litros.
1 peck—8 cuartillos	0.88 decalitros.
1 bushel (bu)—4 pecks	0.35 hectolitros.

Medidas de longitud

Unidades norteamericanas	*Unidades métricas*
1 pulgada (in)	25.4 milímetros (mm).
1 pie (ft)—12 pulgadas	30.48 centímetros (cm).
1 yarda (yd)—3 pies	0.91 metros (m).
1 vara (rd)—3.5 yardas	5.03 metros.
1 milla, 320 varas	1.61 kilómetros (km).

Medidas de área

Unidades norteamericanas	*Unidades métricas*
1 pulgada cuadrada (sq. in)	6.45 centímetros cuadrados (cm^2).
1 pie cuadrado (sq. ft) 144 pulgadas cuadradas	9.29 decímetros cuadrados ((dm^2).
1 yarda cuadrada, 9 pies cuadrados	0.84 metros cuadrados (m^2).
1 vara cuadrada (sq. rd) 30.25 yardas cuadradas	25.29 metros cuadrados.
1 acre—160 varas cuadradas	0.4 hectárea (ha).

Medidas cúbicas

Unidades norteamericanas	*Unidades métricas*
1 pulgada cúbica (cu. in)	16.39 centímetros cúbicos (cc).
1 pie cúbico (cu. ft) 1,728 pulgadas cuadradas	28.32 decímetros cúbicos (dm^3).
1 yarda cúbica (cu. yd) 27 pies cúbicos	0.76 metro cúbico (m^3).

Sumario de la legislación federal reglamentaria sobre plantas

Ralph W. Sherman

Ley Sobre Plagas de Insectos de 1905. (Estatuto 33, 1269, 7 U. S. C. 141.) Ésta fue la primera legislación sobre plagas de plantas promulgada por el Congreso y fue aprobada el 3 de marzo de 1905. Prohibe la importación o movimientos interestatales por cualquier medio de transporte de todo insecto vivo que sea notoriamente perjudicial para las cosechas cultivadas. Se establece una fuerte multa para los que violen la ley. Esta ley tiene todavía gran importancia, ya que se aplica a la entrada de insectos por aviones.

Ley de Cuarentena de Plantas de 1912. (Estatuto 37, 315, 7 U. S. C. 154) Esta ley, aprobada el 20 de agosto de 1912, es la más importante de toda la legislación federal promulgada para proteger a los Estados Unidos de Norteamérica contra la entrada de insectos peligrosos y enfermedades de plantas y para evitar la extensa distribución de esas plagas si llegan incidentalmente a nuestro país. Esta ley confiere al Secretario de Agricultura amplias facultades para evitar la entrada de plagas de plantas que pudieran infestar o infectar las importaciones de plantas o sus productos así como evitar la propagación de una plaga que pueda introducirse y que tenga distribución limitada en los Estados Unidos de Norteamérica.

Los artículos 1 a 5 de la ley autorizan al Secretario de Agricultura para establecer condiciones y reglamentaciones que gobiernen la entrada a los Estados Unidos de Norteamérica de material de viveros y otras plantas y sus productos y exigir que se obtengan permisos para esas importaciones. El artículo 7 autoriza al Secretario a prohibir la entrada de material de viveros y otras plantas y sus productos de cualquier país o localidad en donde existan enfermedades de plantas o insectos perjudiciales. Además, el artículo 8 autoriza al Secretario a promulgar cuarentenas y reglamentos que restrinjan los movimientos interestatales de plantas o material de ellas, o cualquier otro artículo, de la naturaleza que sea, capaz de propagar enfermedades peligrosas de plantas o infestaciones de insectos que puedan especificarse en una cuarentena como "nuevos o que no ocurrían extensamente con anterioridad o que estaban distribuidos dentro del territorio de los Estados Unidos de Norteamérica". Se establecen sanciones para las violaciones de la ley.

Se aprobaron reformas a esta ley el 4 de marzo de 1913, 4 de marzo de 1917, 31 de mayo de 1920, 13 de abril de 1926, 1o. de mayo de 1928 y 31 de julio de 1947. En el orden de su aprobación esas reformas han autorizado, entre otras cosas, lo siguiente: 1) La importación por el Departamento de Agricultura, con fines experimentales o científicos, de plantas y sus productos. 2) La promulgación de una cuarentena interestatal sin necesidad de determinar que el área comprendida en ella esté actualmente infestada. 3) La reglamentación del movimiento de plantas y sus productos en el Distrito de Columbia. 4) Los diversos Estados en donde hay que establecer cuarentenas, a falta de una cuarentena federal aplicable, contra los embarques, a través de ellos o de sus alrededores, de plantas, sus productos y otros artículos desde otros Estados en los que existan enfermedades peligrosas de plantas o infestaciones de insectos. 5) La detención, inspección, registro y examen sin necesidad de autorización especial de personas, vehículos, receptáculos, botes, barcos o transportes y decomisación y destrucción o disposición en cualquier otra forma de plantas u otros artículos que se transporten en flagrante violación de la ley o de cualquier reglamentación expedida en relación con ella; y 6) La condicin adicional para la importación de material de viveros, bajo permiso, para que cuando se estime

necesario ese material pueda cultivarse bajo cuarentena después de su entrada, a fin de determinar si está exento de infestaciones o infecciones.

Ley de la Frontera Mexicana. (Estatuto 56, 40, 7 U. S. C. 149). Esta ley, aprobada el 31 de enero de 1942, autoriza al Secretario de Agricultura para reglamentar la entrada desde México de todos los vehículos, carga, exprés, equipajes y otros materiales que puedan transportar plagas de insectos y enfermedades de plantas. Se autoriza también al Secretario para suministrar facilidades para la inspección, limpieza y desinfección de esos vehículos y materiales y para cobrar derechos por esos servicios.

Ley de Certificación de Exportación. (Estatuto 58, 735, 7 U. S. C. 147a [b]). Esta ley, que se incluyó como artículo 102 [b] de la "Ley Orgánica del Departamento de Agricultura de 1944," aprobada el 2 de septiembre de 1944, autoriza al Secretario de Agricultura para efectuar la inspección de plantas domésticas y de sus productos, a fin de cumplir con los requisitos fitosanitarios de otros países.

Ley de Inspección de Terminales. (Estatuto 38, 1113, 7 U. S. C. 166). Esta ley, aprobada el 4 de marzo de 1915, establece, bajo condiciones específicas, la inspección por los funcionarios estatales de plagas en las terminales de correo de las plantas y sus productos que se muevan entre los Estados. Esto permite que los Estados, en cooperación con el Departamento de Correos, se protejan contra la entrada de plantas o sus productos infestados o infectados por medio del correo.

Insecticidas

La siguiente lista de nombres y símbolos se compiló por un Comité de la Asociación Norteamericana de Entomólogos Económicos y se expidió el 10 de enero de 1952. Los términos señalados con dos asteriscos son nombres comunes aprobados por el Comité Interdepartamental Sobre Represión de Plagas. Los señalados con un asterisco son nombre comerciales, y a veces llevan a continuación una letra, una cifra o ambas cosas, que indican productos de composición específica.

Nombre	*Definición*	*Otras designaciones*
aldrina **	No menos de 95% de 1,2,3,4,-10,10-hexacloro-1,4,4a,5,8,8a,-hexahidro-1,4,5,8-dimetanonaftalina.	Compuesto 118.
aletrina **	*dl*-2-alil-4-hidroxi-3-metil-3-ciclo-penteno-l-uno, esterificado con una mezcla de cis y trans *dl*-ácidos crisantemo monocarboxílicos.	Homólogo alil de cinerin I, piretrinas sintéticas.
Aramite *	Producto que contiene sulfito 2-(*p*-*tert*-butil-fenoxi)-1 metiletil 2-cloroetilo.	88R (sulfito de alkil aril).
BHC	1,2,3,4,5,6-hexaclorociclohexano, que consiste de varios isómeros y que contiene de 12 a 14% del isómero gama.	Hexacloruro de benzol. 666. Gammexane.*
clordano **	1,2,4,5,6,7,8,8-octacloro-2,3,3a,4,-7,7a-hexahidro-4,7-metanoideno.	Velsicol 1068.* Octaclor.* Octa-Klor.*

Nombre	*Definición*	*Otras designaciones*
bis(*p*-clorofenoxi)-metano	....	K-1875. Neotran.* di(4-clorofenoxi)-metano.
sulfonato de *p*-clorofenil *p*-clorobenzol	....	K-6451. Ovotran.*
Compuesto 923	ácido sulfónico del éster de benzol 2,4-diclorofenilo.	Genitol 923.
Compuesto 22008	dimetilcarbamato de 3-metil-1-fenil-5-pirazolilo.	G-22008.
CS-645A *	1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitropropano.	Prolan.*
CS-674A *	1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitrobutano.	Bulan.*
CS-708 *	mezcla de una parte de 1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitropropano (CS-645A) y dos partes de 1,1-bis(*p*-clorofenil)-2-nitrobutano (CS-674A).	Dilan.*
Mezcla D-D	mezcla de 1,2-dicloropropano y 1,3-dicloropropeno.	D-D.*
DDT	Dicloro-difenil-tricloroetano disponible comercialmente, cuyo constituyente principal es 1,1,1-tricloro-2,2-bis(*p*-clorofenil)-etano.	clorofenotano (Farmacopea Norteamericana 14:136. 1950.)
DFDT	1,1,1-tricloro-2,2-bis(*p*-fluorofenil) etano.	fluorina análoga del DDT.
dieldrina **	No menos de 85% de 1,2,3,4,-10,10-hexacloro-6,-7-epoxy-1,4,-4a,5,6,7,8,8a-octahidro-1,4,5,8-dimetano naftalina.	compuesto 497.
tiofosfato de diisopropil *p*-nitrofenilo	tiofosfato de O,O-diisopropil O-*p*-nitrofenilo.	compuesto 3456.
carbato de dimetil	éster dimetílico del ácido cis-biciclo(2.2.1)-5-hepteno-2,3-dicarboxílico.	
DMC	4,4-dicloro-alfa-metilbenzidrol.	di(*p*-clorofenil) metil-carbinol. 1,1-bis(*p*-clorofenil)-etanol. Dimite.*
E-1059	tiofosfato de O-(2-[etilmercapto] etil) O,O-di-etil.	Un triofosfato de trialkilo. Véase Systox.
EPN *	benzol-tiofosfonato de O-etil-O-*p*-nitrofenil.	
2-etil-1, 3-hexanodiol	....	Rutgers 612.*
ferbam **	dimetil ditiocarbamato férrico.	Fermate.* Kerbam.*

Nombre	*Definición*	*Otras designaciones*
heptaclor *	1 (or 3a),4,5,6,7,8,8-heptacloro-3a, 4,7,7a-tetrahidro-4,7-metano indeno.	Velsicol 104.* E-3314.
HETP	mezcla de polifosfatos de etilo conteniendo de 12 a 20% de pirofosfato de tetraetilo.	tetrafosfato de hexaetilo.
Indalone *	éster butílico de 3,4-dihidro-2,2-dimetil-4-oxo-2H-piran-6-ácido carbosílico.	óxido oxalato de *n*-butil mesitilo. Butopryonoxil (Farmacopea Norteamericana 14:91.1950).
lindano **	isómero gama del hexacloruro de benzol con pureza no menor de 99%.	
malathon **	ditiofosfato de O,O-dimetilo de mercaptosuccinato de dietilo.	compuesto 4049. S-(1,2-dicarbetoxietil) de ditiofosfato de O,O-dimetilo.
Metacide *	Producto que contiene parathion metílico y parathion.	
metoxiclor **	1,1,1-tricloro-2,2-bis(*p*-metoxifenil) etano.	Marlate.* DMDT.
metil parathion	O,O-dimetil O-*p*-tiofosfato de nitrofenil.	homólogo metílico del parathion.
4-metilumbeliferon O,O-tiofosfato dietílico	....	éster del ácido O,O-dietil tiofosfórico del 7-hidroxi-4-metilcoumarin. Potasan.* E-838.
MGK-264 *	N-(2-etilhexil-biciclo (2.2.1)-5-hepteno-2,3-dicarboximido.	N-octilbiciclo(2.2.1)-5-hepteno-2,3-dicarboximido. Octacide 264.* Van Dyk 264.*
nabam **	bisdiotiocarbamato de disodio etileno.	Dithane.*
para-oxon	fosfato de dietilo *p*-nitrofenilo.	oxígeno análogo del parathion. E-600.
parathion **	tiofosfato de O,O-dietilo O-*p*-nitrofenilo.	E-605. compuesto 3422.
butóxido de piperonil ..	producto que contiene como constituyentes principales alfa-(2-[2-butoxietoxi] etoxi)-4,5,-metilenodioxi-2-propil tolueno.	(butil carbitol) éter (6-propilpiperonil). compuesto 312.
cicloneno de piperonil ..	mezcla de 3-alkil-6-carbetoxi-5(3,4-metilenodioxifenil)-2-ciclohexeno-1-uno y 3-alkil-5(3,4-metilenodioxifenil)-2-ciclohexeno-1-uno.	ciclohexenono de piperonil.

Nombre	*Definición*	*Otras designaciones*
Q-137	1,1-dicloro-2,2-bis(*p*-etilfenil)-etano.	
R-242	70% de sulfono fenílico de *p*-clorofenil más 30% de sulfonos relacionados.	Sulphenone.*
schradan	pirofosforamido de octametil.	bis(bis-dimetilamino)-anhídrido fosforoso. OMPA. Pestox III.*
sulfotepp	ditiopirofosfato de tetraetilo.	dithione.
Systox *	Producto que contiene E-1059.	
TDE	dicloro-difenil-dicloro-etano comercialmente disponible cuyo constituyente principal es el 1,1-dicloro-2,2-bis(*p*-clorofenil) etano.	DDD. Rhothane.*
TEPP	pirofosfato de tetraetilo.	TEP.
thiram **	disulfuro de tetrametil-tiuram.	
toxafeno **	camfeno clorinado que contiene de 67 a 69% de clorina.	compuesto 3956.
zineb **	bisditiocarbamato de etileno de zinc.	
ziram **	ditiocarbamato de dimetilo de zinc.	

Indice

C

— N —

— O —

— P —

— Q —

— R —

— S —

— T —

Algunos insectos importantes

Las láminas a colores que siguen, ilustran un grupo seleccionado de insectos que se encuentran comúnmente en los Estados Unidos de Norteamérica. Algunos de ellos son de gran importancia económica y se da información sobre su distribución, hábitos, naturaleza de los daños que causan y métodos para evitar o reprimir las infestaciones.

Es difícil dar aquí recomendaciones que puedan aplicarse igualmente bien en todo el país: Las variaciones en las prácticas de cultivo, tierras y condiciones de clima, hacen que los problemas de insectos sean mucho más agudos en una área que en otra y, por lo tanto, se requieren frecuentemente diferentes medidas de represión así como épocas para aplicarlas. De acuerdo con lo anterior, a menudo es aconsejable consultar a los agentes del condado, funcionarios estatales u otras autoridades, para precisar los métodos y procedimientos cuyo empleo local sea más satisfactorio. En el apéndice se dan las direcciones de esos funcionarios, y aunque actualmente se da más importancia a los insecticidas para la represión de insectos dañinos, debe recordarse que hay también otros métodos de represión que son de importancia.

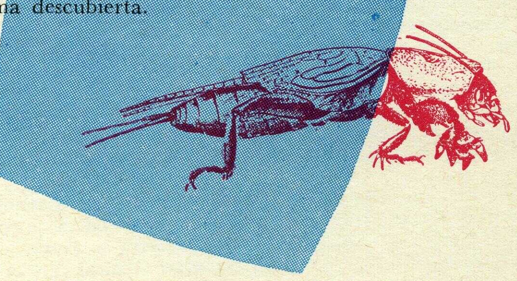
Sin embargo, en la actualidad el fin principal debe ser el desarrollo de prácticas que eviten que los insectos causen daños en las cosechas.

Esperamos que estas láminas permitan al lector reconocer los insectos más destructores y lo estimulen a aplicar con toda prontitud medidas eficaces de represión, lo que proporcionará un control económico. Los extensos programas comunales cooperativos de represión tienen un lugar importante en la salvaguarda de la salud de nuestro pueblo y de los suministros de alimentos y fibras. La represión de los insectos es también parte integrante en el incremento de la producción de alimentos, que es vitalmente necesaria durante períodos de emergencia para nuestro propio bienestar y para cumplir con los compromisos contraídos con los demás pueblos libres del mundo.

Todos los insecticidas que aquí se recomiendan para la represión de los insectos ilustrados son venenosos. Manéjense con precaución y síganse cuidadosamente las direcciones y advertencias dadas en sus recipientes. Guárdense los insecticidas en recipientes marcados claramente y bien cerrados, en un lugar seco, alejado de todo producto alimenticio y a donde los niños o los animales no puedan alcanzarlos.

Cuando se mezclen o apliquen insecticidas, evítese la inhalación de polvos o rocíos. Protéjanse las manos con guantes de cuero o de hule. No se lleven las manos a la boca y lávense perfectamente antes de tomar alimentos. Entiérrese todo desperdicio sobrante y lávense perfectamente los recipientes que se hayan empleado para mezclar insecticidas.

Los aceites empleados en las soluciones insecticidas son inflamables. No se mezclen o apliquen cerca de una llama descubierta.



PICUDO DE LA CAPSULA

Los picudos de la cápsula pasan el invierno como adultos en los desperdicios de árboles u otros lugares protegidos cerca de los campos de algodón. Vuelven a los campos en primavera y permanecen en ellos hasta que comienzan las heladas. Los picudos de la cápsula prefieren alimentarse y depositar sus huevos en las brácteas, pero también atacan las cápsulas. Los huevos se depositan aislados en profundas perforaciones dentro de las brácteas o cápsulas, e incuban de 3 a 5 días más tarde en forma de larvas blancas, que se alimentan de 7 a 14 días dentro de las brácteas o cápsulas en donde incubaron y luego se cambian en crisálidas. Los adultos salen de las crisálidas 3 a 5 días después, cortando una abertura en las brácteas. Después de alimentarse en las flores, brácteas o cápsulas durante 3 ó 4 días, las hembras quedan en condiciones de poner huevos. El ciclo del huevo al picudo adulto comprende aproximadamente 3 semanas, pudiendo ocurrir 7 generaciones al año.

Las hojas en la base de las brácteas y muy parecidas a ellas que perforan los picudos, se abren y extienden y las brácteas se amarillean y mueren. La mayoría de las brácteas y pequeñas cápsulas perforadas se caen. Las cápsulas perforadas grandes no se caen, pero el rizo de fibra en el que se alimenta una larva no se desarrolla debidamente y la fibra se corta, se mancha de café y se descompone.

Las bajas temperaturas en invierno y los veranos calientes y secos ayudan a reprimir el picudo de la cápsula, siendo probable que ocurra un rápido aumento de los insectos y que haya graves daños durante los períodos de lluvias.

Las prácticas de labranza que ayudan a la rápida maduración de las cápsulas contribuirán a reprimir los picudos. Esas prácticas son las siguientes: Siémbrese el algodón en buena tierra que haya sido preparada debidamente. Usese el fertilizante recomendado para cada localidad. Selecciónese una variedad que madure temprano, adecuada para su cultivo en cada localidad. Siémbrese temprano y a corta distancia y cultívese con frecuencia. Cosécheses temprano y de modo completo. Después de que se ha recolectado el algodón, deténgase toda producción ulterior, enterrando y cortando los tallos de algodón o dejándolos para pasto tan pronto como sea posible en el otoño, a fin de disminuir el número de picudos el año siguiente.

Represión con polvos y rocíos. El hexacloruro de benzol, arseniato de calcio, toxafeno, aldrina y dieldrina pueden reprimir el picudo, pero cuando se emplean con ese fin deben tenerse en cuenta otros problemas de insectos, tales como las infestaciones del áfido del algodón, del gusano de la cápsula y de los ácaros de araña que pueden desarrollarse cuando algunos de esos insecticidas se emplean solos. Los siguientes polvos han sido aprobados para usarse en algunas áreas: 1) Hexacloruro de benzol en cantidad suficiente para dar 3% del isómero gama en la mezcla final de polvo, más 5% de DDT (que comúnmente se llama "3-5-0"). 2) Arseniato de calcio aplicado en forma alternada con arseniato de calcio más 2% de nicotina. 3) Arseniato de calcio aplicado en forma alternada con una mezcla de hexacloruro de benzol (3% de su isómero gama) y 5% de DDT. 4) Arseniato de calcio libre de cal más 1% de parathion. 5) Arseniato de calcio exento de cal, más 1% de parathion y 5% de DDT. 6) 20% de toxafeno. 7) 2.5% de aldrina. 8) 2.5% de aldrina, más 5% de DDT. 9) 1.5 ó 2.5% de dieldrina. 10) 1.5 ó 2.5% de dieldrina, más 5% de DDT. 11) 10% de clordano, más 5% de DDT. (Esta mezcla se recomienda solamente en áreas en donde ha proporcionado una buena represión, ya que ha dado resultados erráticos en algunas áreas, debido probablemente a las altas temperaturas y a la humedad).

En áreas en las que los ácaros de araña constituyen un problema, las preparaciones de polvos de insecticidas orgánicos deben contener azufre o algún otro acaricida adecuado. Los siguientes tratamientos con aspersiones hechas con soluciones concentradas han dado resultados favorables y se aprueban para aquellas localidades en donde se han recomendado: 1) Toxafeno en proporción de 2 a 3 libras de la sustancia técnica por acre. 2) Toxafeno y DDT en proporción de 2 a 1 aplicados a razón de 2 a 3 libras de toxafeno técnico por acre. 3) Una mezcla que dé de 0.3 a 0.5 de libra del isómero gama del hexacloruro de benzol y 0.5 de libra o más de DDT técnico por acre. 4) Aldrina en proporción de 0.2 a 0.5 de libra de la sustancia técnica por acre. 5) Una mezcla que dé de 0.25 a 0.5 de libra de aldrina técnica y 0.5 de libra o más de DDT técnico por acre. 6) Dieldrina a razón de 0.15 a 0.4 de libra de sustancia técnica por acre. 7) Una mezcla que dé de 0.15 a 0.4 de libra de dieldrina técnica y 0.5 de libra o más de DDT técnico por acre. En aquellas áreas en donde ha resultado satisfactoria y en las que se recomienda, puede emplearse una mezcla de 1 libra de clordano técnico y 0.5 de libra o más de DDT técnico por acre.

Las medidas de represión enderezadas contra el picudo de la cápsula deben aplicarse cuando su necesidad está definitivamente indicada. Excepto cuando se practican medidas de represión a principios de estación, los insecticidas deben aplicarse a intervalos de 4 a 5 días hasta que las infestaciones queden controladas. Después de ello los campos deben inspeccionarse cada semana, haciéndose aplicaciones cuando sea necesario.

[*LAMINA 1*



Planta de algodón que muestra: *a,* brácteas perforadas en la tierra; *b,* bráctea que muestra la perforación del huevo; *c,* larva en la bráctea; *d,* crisálida en la bráctea; *e,* adultos saliendo de la bráctea; *f,* larva y crisálida en la cápsula; *g,* adulto *(a* un cuarto del tamaño natural; *b, c, d, e,* y *f,* tamaño natural; *g,* seis veces el tamaño natural).

EL GUSANO DE LA CAPSULA

El gusano de la cápsula, conocido también como gusano del fruto del tomate y gusano de la mazorca del maíz, causa daños en el algodón en dondequiera que éste se cultiva en los Estados Unidos de Norteamérica, pero las pérdidas ordinariamente son más graves en Texas, Oklahoma y Louisiana. Se alimenta también en muchas plantas, además del algodón, especialmente en el maíz y en el tomate, no siendo el algodón su planta alimenticia predilecta. Las infestaciones del gusano de la cápsula ocurren generalmente más bien tarde en la estación.

Cada gusano de la cápsula destruye grandes cantidades de brácteas y cápsulas. Cuando los gusanos son muy abundantes pueden destruir en corto tiempo una cosecha de algodón. Los daños ocurren a menudo tan tarde en la estación que las plantas no tienen tiempo para que se madure otra cosecha de cápsulas.

Las mariposas del gusano de la cápsula prefieren el algodón suculento que crece rápidamente para depositar sus huevos. Estos se depositan aislados en el crecimiento tierno de las brácteas recién formadas. Son más pequeños que la cabeza de un alfiler común y de color blanco perla al depositarse, volviéndose de color oscuro antes de incubar. Las pequeñas larvas o "gusanos" se alimentan durante unos cuantos días en los botones tiernos u hojas, así como en el exterior de las brácteas antes de penetrar en ellas o en las cápsulas, generalmente cerca de la base. Los gusanos grandes se alimentan casi exclusivamente dentro de las cápsulas, así que es muy difícil o casi imposible reprimirlos. Las larvas totalmente crecidas penetran en la tierra, en donde entran en la etapa de crisálida o de reposo, ocurriendo varias progenies al año. La última progenie pasa el invierno en las celdas subterráneas de crisálidas.

Represión: Cuando es tiempo de que aparezcan los gusanos de la cápsula, examínese con frecuencia la parte superior de las plantas para ver si hay huevos y gusanos pequeños. Cuando se encuentren de 20 a 25 huevos que comiencen a incubar (o el mismo número de huevos y gusanos muy pequeños) por cada 100 plantas, es tiempo de comenzar la aplicación de insecticidas. *La represión eficaz del gusano de la cápsula requiere fuertes aplicaciones de polvos o rocíos mientras se están incubando los huevos y antes de que los gusanos penetren dentro de las cápsulas.*

A intervalos de 5 días aplíquese de 10 a 15 libras por acre de un polvo de DDT al 10% o su equivalente en forma de rocío; un polvo que contenga 5% de DDT más hexacloruro de benzol en cantidad suficiente para dar 3% de su isómero gama, o un polvo de 20% de toxafeno. El arseniato de calcio o de plomo y la criolita son menos eficaces. Cuando deban reprimirse también los ácaros de araña, cualquier mezcla que contenga insecticidas orgánicos debe incluir por lo menos 40% de azufre o algún otro acaricida adecuado. Usense más libras por acre cuando la infestación sea grave y las plantas sean grandes. Generalmente 2 ó 3 aplicaciones serán suficientes para reprimir una progenie de gusanos de la cápsula, pero puede ocurrir más de una o existir un continuo influjo de mariposas que pongan huevos de las plantas de algodón de otras cosechas, que hagan imposible distinguir las progenies. En esos casos pueden ser necesarias varias aplicaciones adicionales para conservar las plantas cubiertas de insecticidas a fin de matar los gusanos recién incubados. Las cochinillas y otros enemigos naturales, o el tiempo extremadamente seco y caliente con fuertes vientos, destruyen a menudo los huevos y gusanos tiernos en cantidades suficientes para reprimir la amenaza de una infestación sin emplear insecticidas. Puede añadirse nicotina o hexacloruro de benzol a los insecticidas para evitar que los áfidos se vuelvan perjudiciales.

[*LAMINA II*



GUSANO DE LA CAPSULA

a, huevos; *b*, huevo (15 veces tamaño natural); *c*, larva tierna en la bráctea; *d*, bráctea dañada; *e*, larvas totalmente desarrolladas mostrando diferencias en colores; *f*, crisálida en la tierra; *g*, adulto (*a*, *c*, *d*, *e*, *f* y *g*, aproximadamente tamaño natural).

AFIDO DEL ALGODON

El áfido del algodón, conocido también como piojo del algodón y áfido del melón, se encuentra en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. Se alimenta ordinariamente en el algodón, hibisco comestible, melones, cidracayote, pepinos y otras cucúrbitas. Es un pequeño insecto succionador de cuerpo blando cuyo color varía del amarillo pálido al verde oscuro o casi negro. En los Estados del Norte, ocurren ambos sexos y se depositan huevos. En los Estados del Sur sólo se conocen hembras que producen insectos vivos. Algunos adultos son alados y otros no tienen alas. Los áfidos pasan el verano en varias hierbas de las cuales se propagan al algodón a principios de la primavera. Su reproducción es continua en el Sur y se hace muy rápida durante el tiempo caliente. No hay progenies bien distintas y se encuentran áfidos de todos tamaños en la parte inferior de las hojas y en los tallos de las plantas. Las cochinillas y otros predatores, los parásitos, las enfermedades y el tiempo desfavorable son factores naturales que ayudan a su represión.

Los áfidos se encuentran en casi todos los campos de algodón en desarrollo. En las primaveras frescas y húmedas, causan a menudo el enrollamiento de las hojas, detención del crecimiento o la muerte de los brotes del algodón. Causan mayores daños más tarde en la estación haciendo que las hojas se enrollen y se caigan de la planta antes de que se maduren las cápsulas, lo que disminuye el rendimiento y la calidad del algodón. Los áfidos secretan una sustancia pegajosa llamada rocío de miel, que gotea en las hojas y cápsulas y le da un aspecto brillante. El rocío de miel que cae en las cápsulas abiertas, vuelve la fibra pegajosa y difícil de desmotar. A menudo se desarrolla un hongo en el rocío de miel que hace que las plantas aparezcan de color negro o ahumadas.

Represión: A menudo ocurren graves infestaciones de los áfidos en el algodón después de usar ciertos insecticidas. Pueden ocurrir también infestaciones serias en los brotes de algodón a los que no se han aplicado insecticidas.

Los siguientes tratamientos con polvos, que se recomiendan para uso general contra insectos del algodón, evitarán ordinariamente el incremento de los áfidos:

1. Una mezcla que contenga 3% del isómero gama del hexacloruro de benzol y 5% de DDT en cada aplicación, a razón de 10 a 12 libras por acre.
2. Una mezcla que contenga 3% del isómero gama del hexacloruro de benzol y 5% de DDT a razón de 10 a 12 libras por acre en aplicaciones alternadas con arseniato de calcio.
3. 2% de nicotina en arseniato de calcio ordinario a razón de 10 a 12 libras por acre, alternadas con arseniato de calcio solo.
4. 1% de parathion en arseniato de calcio exento de cal a razón de 10 libras por acre.
5. Toxafeno a razón de 2 a 3 libras de la sustancia técnica por acre en cada aplicación (cuando el toxafeno no se combina con DDT).

Cuando ocurren graves infestaciones del áfido del algodón y está indicada la necesidad de un ataque rápido, son eficaces los siguientes tratamientos:

1. Hexacloruro de benzol, aplicado ya sea en forma de polvo o rocío en cantidad suficiente para dar 0.5 de libra del isómero gama o una cantidad equivalente de lindano por acre.
2. Un polvo con 1% de parathion aplicado a razón de 12 a 15 libras por acre.
3. 3% de nicotina en cal hidratada, aplicada en forma de polvo a razón de 10 a 15 libras por acre.

Otro insecticida que proporcionará una rápida represión de las graves infestaciones de áfidos del algodón, pero que no se recomienda generalmente debido a su toxicidad y escasa acción residual, consiste de 0.5 de pinta por acre de pirofosfato de tetraetilo al 40% o su equivalente, aplicado en forma de rocío.

[LAMINA III



a, hojas infestadas enrolladas; *b*, áfidos en el lado inferior de la hoja; *c*, áfidos en el tallo; *d*, rocío de miel en la hoja; *e*, hembra alada; *f*, hembra sin alas; *g*, insectos tiernos (*a*, *b*, *c* y *d*, tamaño natural; hembras e insectos tiernos, aproximadamente 14 veces tamaño natural).

PULGA SALTONA DEL ALGODON

La pulga saltona del algodón infesta esa planta en toda la zona algodonera y causa los mayores daños en Texas, Oklahoma y Louisiana, pero en algunos años las pérdidas son serias también en otros Estados. Esta plaga se vuelve a menudo lo suficientemente numerosa en el algodón para causar la pérdida casi completa de la cosecha.

La pulga saltona del algodón deposita sus huevos en el otoño en los tallos de la cretona u otras hierbas y hasta cierto grado en el algodón. Los huevos se incuban temprano en primavera y las poblaciones crecen rápidamente en ciertas hierbas tiernas tales como la menta equina, crotona y primavera nocturna, aumentando su movimiento hacia el algodón a medida que las hierbas huéspedes se maduran. La lluvia favorece la reproducción del insecto en el algodón, la que continúa mientras las plantas están suculentas. Cuando termina la estación de brácteas, la pulga saltona vuelve a alimentarse en las hierbas y a depositar en ellas sus huevos. Una generación de pulgas abarca de 2 a 3 semanas.

Tanto los adultos alados como las pulgas tiernas sin alas son sumamente activos y difíciles de distinguir. Ambas etapas se alimentan en los jugos de las partes tiernas de las plantas de algodón, especialmente en los brotes terminales y pequeñas brácteas. Las hojas se deforman y toman un aspecto desgarrado, pero el daño mayor lo sufren las pequeñas brácteas. Muchas de ellas mueren cuando no son mayores que una cabeza de alfiler, se vuelven de color café o negro y se caen de las plantas. Como son tan pequeñas y con frecuencia pasan desapercibidas, la falta de floración de las plantas se atribuye a veces al clima o a otras condiciones desfavorables. Las plantas infestadas crecen más altas y se asemejan a látigos, tienen menor número de ramas grandes que las plantas normales y generalmente producen sólo unas cuantas cápsulas cerca de su extremo.

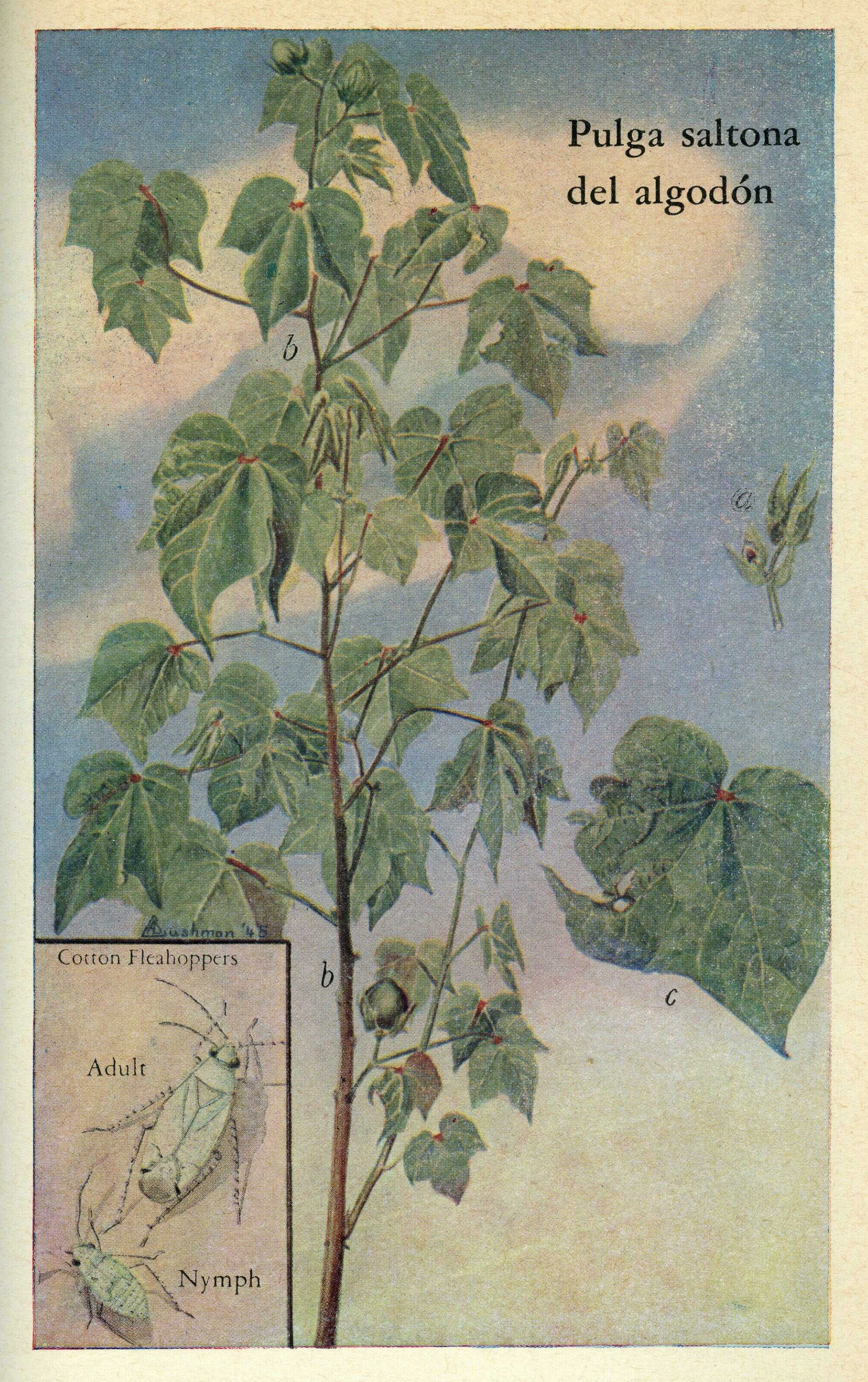
Represión: Si las plantas de algodón no producen brácteas en la forma acostumbrada o si las plantas tiernas dejan de producir pequeñas brácteas, deben examinarse los brotes terminales para descubrir los insectos, debiendo iniciarse las espolvoreaciones cuando se encuentren de 15 a 25 pulgas por cada 100 brotes terminales.

Puede reprimirse la pulga saltona del algodón con cualquiera de los siguientes polvos: 5% de DDT, 10% de toxafeno, 1.5% de dieldrina, 2.5% de aldrina, hexacloruro de benzol (1% del isómero gama), o 2% de clordano. Cuando es probable que ocurran ácaros de araña debe añadirse a las fórmulas de insecticidas orgánicos 40% o más de azufre o algún otro acaricida adecuado. Puede obtenerse una represión menos eficaz de la pulga saltona del algodón empleando azufre solo o con una mezcla de 1:1 ó 2:1 de arseniato de calcio y azufre.

Cualquiera de las siguientes sustancias aplicadas como rocíos de bajo galonaje en las proporciones indicadas por acre, proporcionarán una buena represión de las pulgas saltonas del algodón: 0.5 de libra de DDT; 1 libra de toxafeno; 0.5 de libra de toxafeno más 0.25 de libra de DDT; 0.1 de libra de dieldrina; 0.2 de libra de aldrina y 0.5 de pinta de pirofosfato de tetraetilo al 40%.

A veces se desarrollan los áfidos del algodón después del uso de polvos o rocíos de DDT.

[*LAMINA IV*



Daños causados por la pulga saltona del algodón: *a,* bráctea destruida; *b,* planta semejante a un látigo y falta de fruto, consecuencia de la destrucción de las brácteas; *c,* hoja dañada (*a* y *c,* tamaño natural; *b,* aproximadamente un cuarto del tamaño natural; adulto y crisálida, 15 veces tamaño natural). Texto de la ilustración pequeña: Adulto. Crisálida.

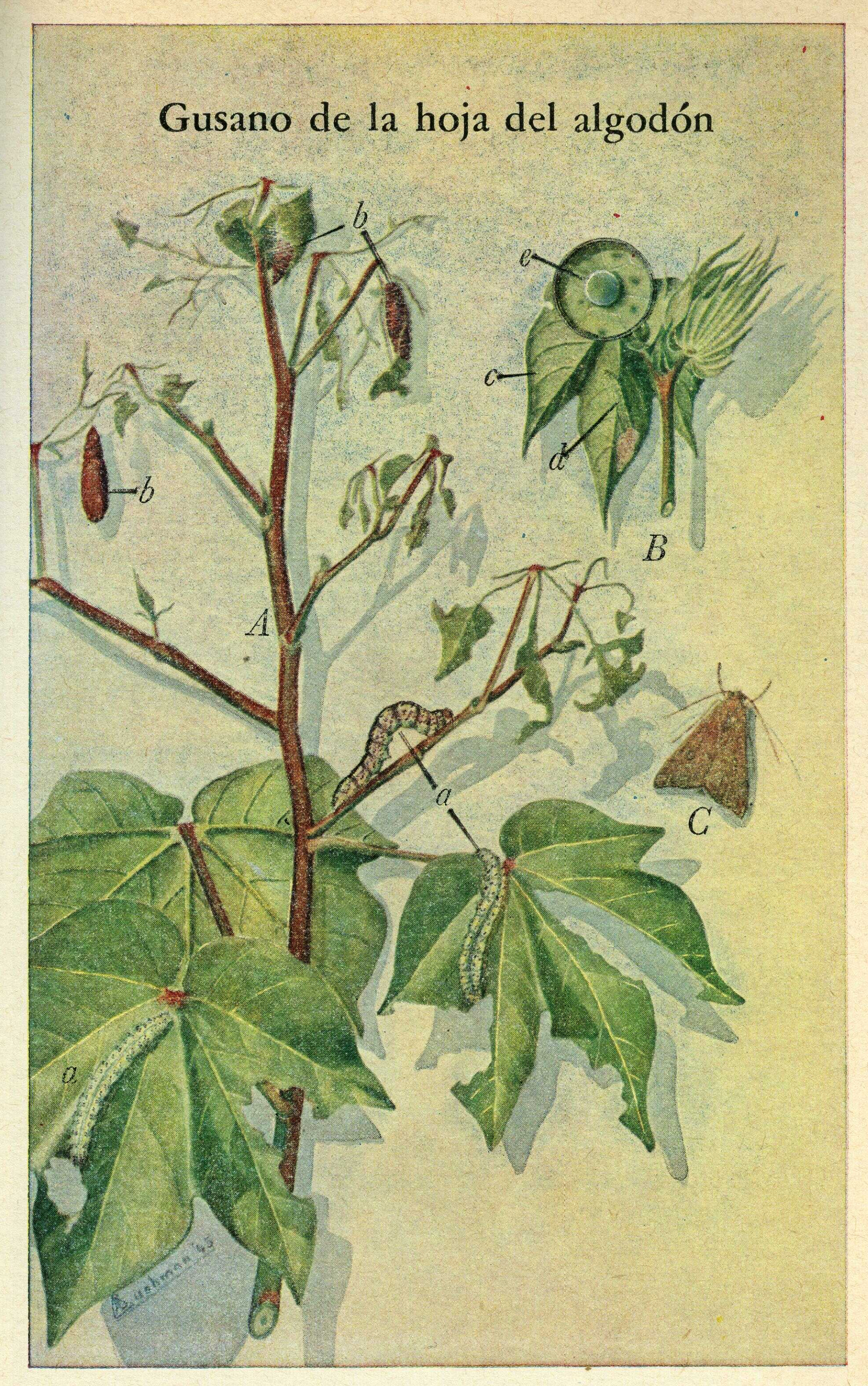
GUSANO DE LA HOJA DEL ALGODON

El gusano de la hoja del algodón es un insecto tropical que no se sabe que sobreviva al invierno en los Estados Unidos de Norteamérica. Cada primavera se inician nuevas infestaciones por las mariposas que vuelan del Sur y depositan sus huevos en el algodón. Los primeros gusanos de la hoja aparecen generalmente en abril, mayo o junio, ordinariamente en el sur de Texas, pero a veces también en Florida. A medida que los gusanos de la hoja aumentan en número, las mariposas vuelan a otras áreas, y en algunos años invaden todos los Estados productores de algodón, con excepción de California, llegando a veces hasta los Estados del Norte y Canadá y alimentándose de las frutas maduras tales como los duraznos u ovas. Las larvas o "gusanos", solamente se alimentan en el algodón. Los pequeños gusanos de las hojas se alimentan en la parte inferior de ellas y no pasan hasta la superficie superior. Los gusanos más grandes devoran todas las hojas, y cuando son muy abundantes defolian completamente las plantas y luego atacan las brácteas, cápsulas y corteza hasta que los campos parecen haber sido devastados por el fuego. Las crisálidas cafés se encuentran dentro de las hojas plegadas o quedan sujetas por medio de filamentos sedosos a los tallos y nervaduras de las hojas.

La propagación del gusano de la hoja varía grandemente de año en año y las pérdidas ordinariamente son mayores al oeste del río Mississippi, aunque a menudo es necesaria la represión en los Estados del Este. La temprana defoliación de las plantas impide que se maduren las cápsulas y disminuye el rendimiento y calidad del algodón. La destrucción del follaje por los gusanos de la hoja después de que la mayoría de las cápsulas han madurado puede ser benéfica, ya que permita mayor cantidad de luz solar en las plantas y una mejor circulación del aire, pudiendo evitar también que aumenten los picudos de la cápsula así como que se pudran éstas y se arrancie el algodón.

Represión: Los pequeños gusanos de la hoja pueden reprimirse fácilmente espolvoreando o rociando las plantas con cualquiera de los insecticidas arsenicales. Los gusanos grandes son más difíciles de reprimir y pueden causar una defoliación considerable antes de que puedan destruirse, pero se reprimirán espolvoreándolos con arseniato de calcio o de plomo a razón de 5 a 7 libras por acre. Otras fórmulas eficaces consisten en un polvo de 20% de toxafeno, una mezcla de 20% de polvo de toxafeno y 5% de DDT, un polvo de hexacloruro de benzol que contenga 3% del isómero gama, o una mezcla que contenga 5% de DDT más el hexacloruro de benzol suficiente para que el polvo contenga 3% del isómero gama. Estas fórmulas son igualmente eficaces en forma de rocíos. Si se necesita la rápida destrucción de los gusanos grandes a fin de evitar la defoliación, añádense 7 u 8 libras de verde de París para cada 100 libras de arseniato de calcio, o úsense de 8 a 10 libras de verde de París, más 100 libras de cal.

[*LAMINA V*



A, tallo de algodón mostrando los daños causados por el gusano de la hoja; *a,* larva totalmente desarrollada; *b,* crisálida. *B,* brote terminal; *c,* huevos; *d,* larvas tiernas; *e,* huevo. *C,* adulto. (Todos aproximadamente de tamaño natural a excepción de *e,* que está grandemente aumentado.)

GUSANO ROSADO DE LA CAPSULA

El gusano rosado de la cápsula es una grave plaga del algodón en muchas partes del mundo. Se descubrió por primera vez en los Estados Unidos de Norteamérica, en Texas, en 1917, y en 1951 ocurría en 6 de los 20 Estados productores de algodón: Arizona, New Mexico, Texas, Oklahoma, Louisiana y Florida, habiéndose extirpado las infestaciones en Georgia.

Las pequeñas orugas rosadas devoran las semillas de la planta de algodón disminuyendo así el rendimiento, peso, vitalidad y contenido de aceite de las semillas. Disminuyen también la cantidad y calidad de la fibra, y las infestaciones graves pueden hacer que se caigan las brácteas y las pequeñas cápsulas. La hembra deposita de 100 a 200 pequeños huevos, y las orugas tiernas perforan las brácteas o cápsulas en las que se alimentan durante 10 a 14 días. Cuando han alcanzado su desarrollo total, perforan un agujero redondo a través de la cápsula y se cambian a crisálidas dentro de ella o caen a la tierra para esa transformación. El desarrollo de la etapa de huevo a la de adulto necesita de 25 a 30 días a mediados del verano y puede haber de 4 a 6 generaciones al año en aquellas áreas que tienen prolongadas estaciones de crecimiento. Las larvas que se desarrollan más tarde en la estación pueden pasar el invierno en las semillas, cápsulas viejas, desechos en los campos o desmotadoras, o en las hendiduras de la tierra.

Represión: Los métodos de represión del gusano rosado de la cápsula incluyen la destrucción de los tallos de algodón inmediatamente después de la recolección, el tratamiento térmico de la semilla de algodón, el quemado del desecho de las desmotadoras, la compresión de la fibra y la aplicación en forma de polvo o rocío de 1.5 a 2 libras de DDT técnico por acre. En el sur de Texas, las infestaciones tempranas de gusanos rosados de la cápsula en cualquiera estación son proporcionales al número de insectos que sobreviven al período entre cosechas. Mientras más largo es ese período, más pocos insectos sobreviven, y, por lo tanto, puede disminuirse el número de insectos que sobrevivan al invierno destruyendo los tallos de algodón en la fecha más temprana posible. El mejor procedimiento consiste en cortar los tallos con un cortador especial que los aplasta contra el suelo. Si esta operación se lleva a cabo lo suficientemente temprano, ocurre una alta mortalidad de gusanos rosados de la cápsula debido a su exposición al calor del sol. Deben enterrarse las raíces tan pronto como sea posible, enterrando también profundamente los desechos de la cosecha. Deben eliminarse todos los retoños o brotes de plantas de algodón que se desarrollen después de ese enterramiento antes de que lleguen a dar fruto, a fin de crear un largo período libre de huéspedes entre cosechas. Para obtener los mejores resultados deben llevarse a cabo esas prácticas de cultivo en toda una región, mediante la cooperación de todos los cultivadores de algodón. Las prácticas de cultivo empleadas para reprimir el gusano rosado de la cápsula reprimirán también el picudo.

En aquellas regiones donde se esperan temperaturas de 10° F., o más bajas, durante el invierno, pueden dejarse los tallos.

Si se encontrara un insecto parecido al gusano rosado de la cápsula en áreas que se cree que están libres de la plaga, se ayudará en la incesante lucha contra ella si se coloca el ejemplar en un pequeño frasco con alcohol diluido y se envía a la Oficina de Entomología y Cuarentena de Plantas, Washington, 25, Distrito de Columbia, con datos completos acerca de la fecha y lugar de captura y nombre del remitente.

[LAMINA VI



A, Cotton bloom rosetted by feeding of the pink bollworm. *B*, Green cotton with the boll sectioned: *a*, Eggs laid inside the calyx of cotton boll; *b*, entrance hole made by newly hatched larva (invisible to naked eye); *c*, larvae in cotton seed; *d*, hole in partition made by a larva traveling from one lock to another; *e*, exit holes of larvae. *C*, Mature larva. *D* Pupa. *E*, Adult. *F*, Damaged open boll. (*A*, *B*, *F*, twice natural size; *D* and *E*, three and one-half times natural size; *C*, five times natural size.)

GUSANO ROSADO DE LA CAPSULA

A, flor de algodón roseteada por los ataques del gusano rosado de la cápsula; *B*, algodón verde con la cápsula seccionada; *a*, huevos depositados dentro del cáliz de la cápsula del algodón; *b*, agujero de entrada hecho por la larva recién incubada (invisible a simple vista); *c*, larvas en la semilla de algodón; *d*, agujero en la división hecho por una larva que se mueve de un rizo a otro; *e*, agujeros de salida de larvas; *C*, larva madura; *D*, crisálida; *E*, adulto; *F*, cápsula abierta dañada. (*A*, *B*, *E*, doble del tamaño natural. *D* y *E*, tres y media veces tamaño natural. *C*, cinco veces tamaño natural.)

ACAROS DE ARAÑA

Los ácaros de araña son tan pequeños que apenas pueden verse sin una lupa y se conocen por lo menos siete especies que atacan al algodón. Pueden ser de color verdoso o amarillento, pero las hembras son ordinariamente de color rojizo o carmín y los pequeños machos de color amarillo rojizo. Los ácaros de araña se multiplican rápidamente y pueden ocurrir hasta 17 generaciones al año, siendo el tiempo seco y caliente el más favorable para su rápida multiplicación. A menudo una lluvia abundante detiene un brote. Se encuentran en toda la zona productora de algodón y se alimentan en casi 200 especies de plantas, incluyendo muchas cosechas de jardín y de campo, plantas de ornamento y hierbas. En el Sur pasan el invierno en hojas que permanecen verdes, tales como las de la zarzamora silvestre, roble de Jerusalén, alverjón silvestre y violeta, y se cambian al algodón a principios del verano. Cuando éste no es ya adecuado para su alimento se vuelven a las hierbas u otras plantas. Se arrastran en la tierra y son transportados por los vientos o el agua de las lluvias.

Los ácaros de araña viven en el lado inferior de las hojas en donde depositan sus huevos y tejen delicadas telarañas. Succionan la savia de las hojas haciendo que su lado inferior quede moteado con innumerables perforaciones blancas. El daño de los ácaros de araña, llamado a menudo moho, se nota primeramente cuando aparecen lunares de color rojo sangre en la superficie superior de las hojas. Toda la hoja se enrojece entonces o se vuelve de color café oxidado (como en casos de deficiencia de potasa), se enrolla y se cae de la planta. La pérdida de hojas causa la caída de las pequeñas cápsulas y puede impedir que la fibra se desarrolle debidamente en las cápsulas grandes.

Represión: Puede evitarse la propagación de los ácaros de araña al algodón destruyendo las hierbas alrededor de los campos y reprimiendo la plaga en las plantas que se encuentran en las orillas exteriores de los campos. A menudo puede acabarse con una infestación arrancando y destruyendo las primeras plantas de algodón que se infesten. La medida de represión directa más práctica consiste en espolvorear el algodón con azufre finamente pulverizado a razón de 10 a 25 libras por acre. Es necesaria una segunda aplicación una semana más tarde para destruir los ácaros que hayan incubado después de la primera. El lado inferior de las hojas debe quedar completamente cubierto con el polvo.

En aquellas áreas en que los ácaros de araña constituyen una plaga, las mezclas de polvos de insecticidas orgánicos empleadas contra los insectos del algodón deben contener por lo menos 40% de azufre, 1% de parathion o algún otro cimpuesto de fósforo orgánico para evitar el incremento de los ácaros.

Un rocío de TEPP a razón de 0.5 de pinta de un concentrado de 40% por acre o su equivalente, reprime eficazmente las grandes poblaciones de los ácaros de araña.

[*LAMINA VII*



ACAROS DE ARAÑA

a, ácaros de araña (tamaño natural) en la parte inferior de la hoja, mostrando los daños típicos; *b*, adulto e insecto tierno (40 veces tamaño natural); *c*, hoja que muestra tanto los daños causados por los ácaros de araña como una deficiencia de potasa.

ESCARABAJO JAPONES

Los escarabajos japoneses destruyen las hojas, flores y frutos de más de 275 plantas, arbustos y árboles. En 1952 se encontraban extensamente distribuidos en los Estados a lo largo de la costa del Atlántico, desde Massachusetts hasta South Carolina. Ocurrieron también en localidades aisladas en los Estados vecinos y en muchos otros Estados del medio oeste, al este del río Mississippi. Las larvas se alimentan en la tierra en las raíces de varias plantas y a menudo causan daños serios al césped en los jardines, parques, campos de golf, pasturas y otras áreas de césped.

Los escarabajos japoneses pasan aproximadamente 10 meses como larvas en la tierra. A fines de mayo o principios de junio las larvas dejan de alimentarse y entran a una corta etapa de reposo o de crisálidas, después de la cual se convierten en escarabajos. Los adultos salen a través de la tierra y para fines de julio se encuentran volando en gran número y alimentándose en los árboles y plantas. Durante julio y agosto las hembras penetran periódicamente a la tierra para depositar sus huevos.

Represión: Puede protegerse el follaje de los árboles, arbustos y plantas florales contra los ataques de los escarabajos, con los siguientes rocíos:

1. DDT (50% de polvo humedecible) 3 onzas (16 cucharadas) y 10 galones de agua (para árboles frutales y de sombra, arbustos y plantas florales).
2. Arseniato de plomo, 10 onzas (30 cucharadas), harina de trigo, 6 onzas (24 cucharadas) o aceite de pescado delgado 2-1/2 onzas fluidas (5 cucharadas), y agua, 10 galones (para árboles de sombra y arbustos).
3. Derris pulverizado (4% de rotenona), 5 onzas (30 cucharadas), agua, 10 galones (para manzanos, ciruelos, cerezos y duraznos, uvas y frutas pequeñas en las que las frutas están para madurar, y plantas florales).

Si no se dispone de equipo de aspersión, aplíquese un polvo de DDT al 5% o cal hidratada para espolvorear. Aplíquense los rocíos o polvos cuando comienzan a aparecer los escarabajos. Repítanse conforme sea necesario para mantener una capa protectora en todas las plantas de las plantas sujetas a ataques hasta que desaparezcan los escarabajos. Los polvos deben aplicarse más a menudo que los rocíos.

Pueden protegerse los céspedes contra daños de las larvas, por lo menos durante 6 años, con una aplicación de DDT; por lo menos durante 3 años, con una aplicación de lordano, e indefinidamente con una aplicación de polvo de esporos de la enfermedad lechosa. Si se encuentran larvas en cantidades suficientes para causar daños notorios en los céspedes, úsense alguno de los insecticidas que son más rápidos en sus efectos que la enfermedad lechosa, la que necesita generalmente dos o más años para que sea completamente eficaz. Usense 6 libras de polvo de DDT al 10% ó 2-1/4 libras de polvo de clordano al 10% para cada 1,000 pies cuadrados de césped. Mézclese la sustancia con varias veces su volumen de arena humedecida ligeramente, tierra u otro material inerte y aplíquese uniformemente al césped con un distribuidor de fertilizante para jardín, o a mano. Mójese el material con una manguera para que se absorba.

No se rocíen las frutas con DDT o arseniato de plomo más tarde de 4 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítese la cáscara de las frutas y legumbres rociadas o espolvoreadas antes de comerlas.

[LAMINA VIII



A, larva madura en primavera alimentándose en las raíces en un túnel subterráneo; *B,* crisálida en su celda subterránea; *C,* escarabajo adulto salido de la tierra; *D,* escarabajos alimentándose en el pimiento acuático; *E,* escarabajos alimentándose en hojas de parra; *F,* escarabajos alimentándose en hojas de manzano; *G,* escarabajo hembra depositando huevos en la tierra en el fondo de un túnel poco profundo; *H,* huevo; *I,* huevo en el acto de incubar y larvas tiernas; *J,* larvas parcialmente desarrolladas en el otoño.

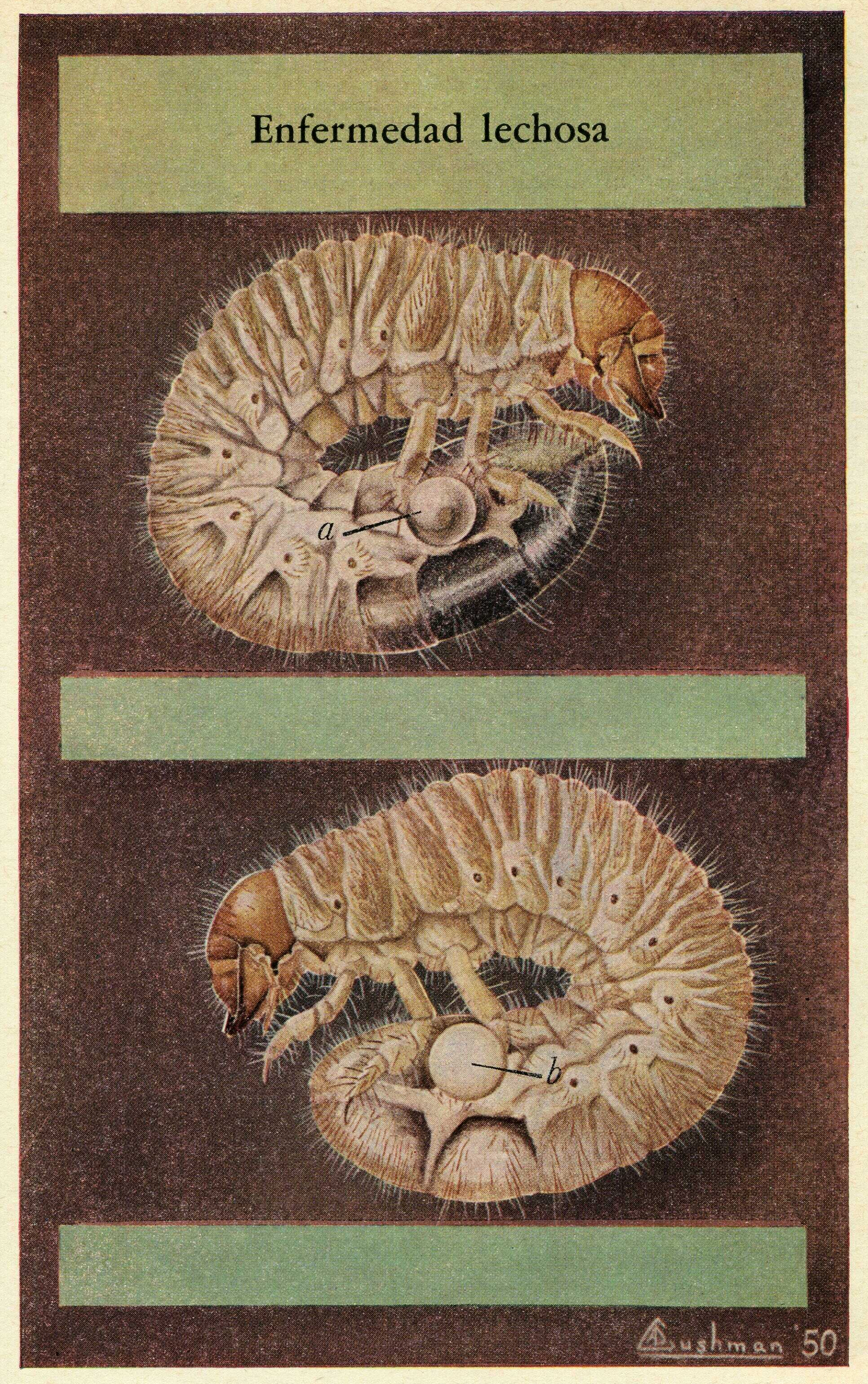
ENFERMEDAD LECHOSA

La enfermedad lechosa de las larvas del escarabajo japonés, ha producido una marcada disminución en la abundancia de la plaga en las áreas infestadas más antiguas. La enfermedad es producida por gérmenes que las larvas adquieren a medida que se mueven dentro de la tierra y se alimentan en las raíces de las plantas. Los gérmenes se multiplican rápidamente dentro de las larvas, y forman en ellas pequeños cuerpos llamados esporos. Los esporos tienen larga vida y pueden soportar la sequía, el calor, el frío, y otras condiciones desfavorables, y se producen billones de ellos en la sangre de las larvas, que normalmente es clara, pero que toma un aspecto lechoso, que origina el nombre de "enfermedad lechosa". Bajo condiciones favorables, la enfermedad mata un alto porcentaje de las larvas del escarabajo japonés y algunas de otros insectos estrechamente relacionados, pero no tienen ningún efecto en otros insectos, en los animales de sangre caliente, en las lombrices de tierra, plantas o seres humanos. Una vez establecida, protege indefinidamente las áreas tratadas, y se propaga a nuevas áreas. Los esporos de la enfermedad lechosa se preparan con talco para hacer un polvo de esporos que se encuentra en el comercio.

Ordinariamente, la enfermedad lechosa trabaja lentamente y no puede apreciarse la totalidad de sus efectos durante varios años. El primer efecto notorio será la disminución de las poblaciones de larvas en el área tratada, pero no afecta los escarabajos adultos ni evita que vuelen a áreas no tratadas.

Aplicación: El polvo de esporos puede aplicarse a los prados u otras áreas de césped, (se encuentran cantidades de larvas relativamente pequeñas en tierras cultivadas a menos que la tierra o el césped se hayan volteado o enterrado recientemente con fines de cultivo), en sitios espaciados a intervalos regulares o puede esparcirse. En el método de tratamiento de sitios, aplíquese una cucharadita rasada (aproximadamente 2 gramos), a intervalos de 3 pies en hileras a 3 pies de distancia una de otra, a 5 pies o 10 pies, dependiendo del grado de infestación. Para aplicar el polvo de esporos, puede usarse una cucharita o un sembrador manual ordinario de maíz que tenga un disco rotatorio ajustado para depositar la cantidad de material deseada cada vez que se haga funcionar. Los intervalos de 3 pies requerirán aproximadamente 20 libras de material para tratar un acre; los intervalos de 5 pies aproximadamente, 7-1/2 libras, y los de 10 pies, aproximadamente 1-3/4 libra. El método de tratamiento esparciendo el polvo, es menos eficaz y si se emplea, aplíquense por lo menos 10 libras de polvos de esporos para tratar un acre, esparciéndolas a mano o con un distribuidor de fertilizante. En cualquier caso, mézclese el polvo de esporos con varias veces su volumen de tierra superficial, arena gruesa o fertilizante comercial antes de esparcirlo.

[LAMINA IX



ENFERMEDAD LECHOSA en las larvas del escarabajo japonés. (Dibujos considerablemente aumentados). Larva sana, *a*, gota de sangre translúcida normal. Larva enferma mostrando su falta de color y *b*, gota de sangre opaca o "lechosa".

MARIPOSA ORIENTAL DE LA FRUTA

La mariposa oriental de la fruta ocurre generalmente en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica, pero es más destructora en el Este y Medio Oeste. Los duraznos y membrillos son sus favoritos, pero puede atacar otras frutas decíduas. En la etapa de larva, el insecto daña tanto las ramas como las frutas. A principios de estación, las larvas o gusanos penetran en los extremos de las ramas tiernas, y hacen que se marchiten y se sequen. Más tarde, a medida que las ramas se endurecen y la fruta se acerca a la madurez, la mayoría de los gusanos penetra en la fruta y la daña. Las mariposas aparecen primeramente alrededor de la época en que florecen los duraznos y membrillos, y las hembras ponen ordinariamente sus huevos en las hojas.

Los gusanos recién incubados se alimentan en las ramas o frutas, hasta llegar a la madurez, y luego hilan sus cubiertas de crisálidas en algún lugar protegido en el árbol o en la tierra. Ordinariamente ocurren 4 ó 5 generaciones al año, y el insecto pasa el invierno como gusano completamente desarrollado en una cubierta de crisálida en algún lugar protegido en el árbol o en la tierra.

Represión: Los rocíos que contengan 2 libras de DDT al 50% o de 1-1/2 a 2 libras de polvo humedecible de parathion al 15% para cada 100 galones de agua, son eficaces para proteger las ramas y la fruta. Háganse 3 aplicaciones a intervalos de 10 a 12 días, iniciándolas en la etapa de caída de pétalos o apertura de los botones frutales en el desarrollo de la fruta, a fin de evitar los daños de la primera progenie de larvas. Para controlar los daños de la segunda y tercera progenies de gusanos, aplíquese un rocío 7 a 8 semanas, y otro más 3 a 4 semanas antes de la recolección. La represión de la primera progenie puede proporcionar un control para toda la estación en aquellos huertos que no estén sometidos a reinfestaciones desde los huertos próximos no tratados. Muchos cultivadores han protegido sus árboles frutales de estos daños, haciendo sólo las aplicaciones sugeridas para la represión de la segunda y tercera progenies.

No se rocíen los árboles frutales más tarde que 3 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítese la cáscara de las frutas espolvoreadas o rociadas, antes de comerlas. El parathion es extraordinariamente peligroso en su manejo, y cuando se emplee, síganse todas las precauciones de seguridad impresas en el paquete.

[LAMINA X



A, Life stages: *a*, young larva; *b*, mature larva; *c*, pupa; *d*, adult. B, Damage to tender new tips. C, External evidence of fruit moth damage to ripe peach. D, Internal damage with *e*, larva and frass next to the stone. (A, six times natural size; B, C, and D, natural size.)

MOSCA ORIENTAL DE LA FRUTA

A, etapas vitales: *a,* larva tierna; *b,* larva madura; *c,* crisálida; *d,* adulto; *B,* daños en los renuevos tiernos; *c,* síntoma externo de daños de la mariposa en el durazno maduro; *D,* daños internos mostrando *e,* larvas y excrementos cerca del hueso. (*A,* seis veces tamaño natural, *B, C* y *D,* tamaño natural.)

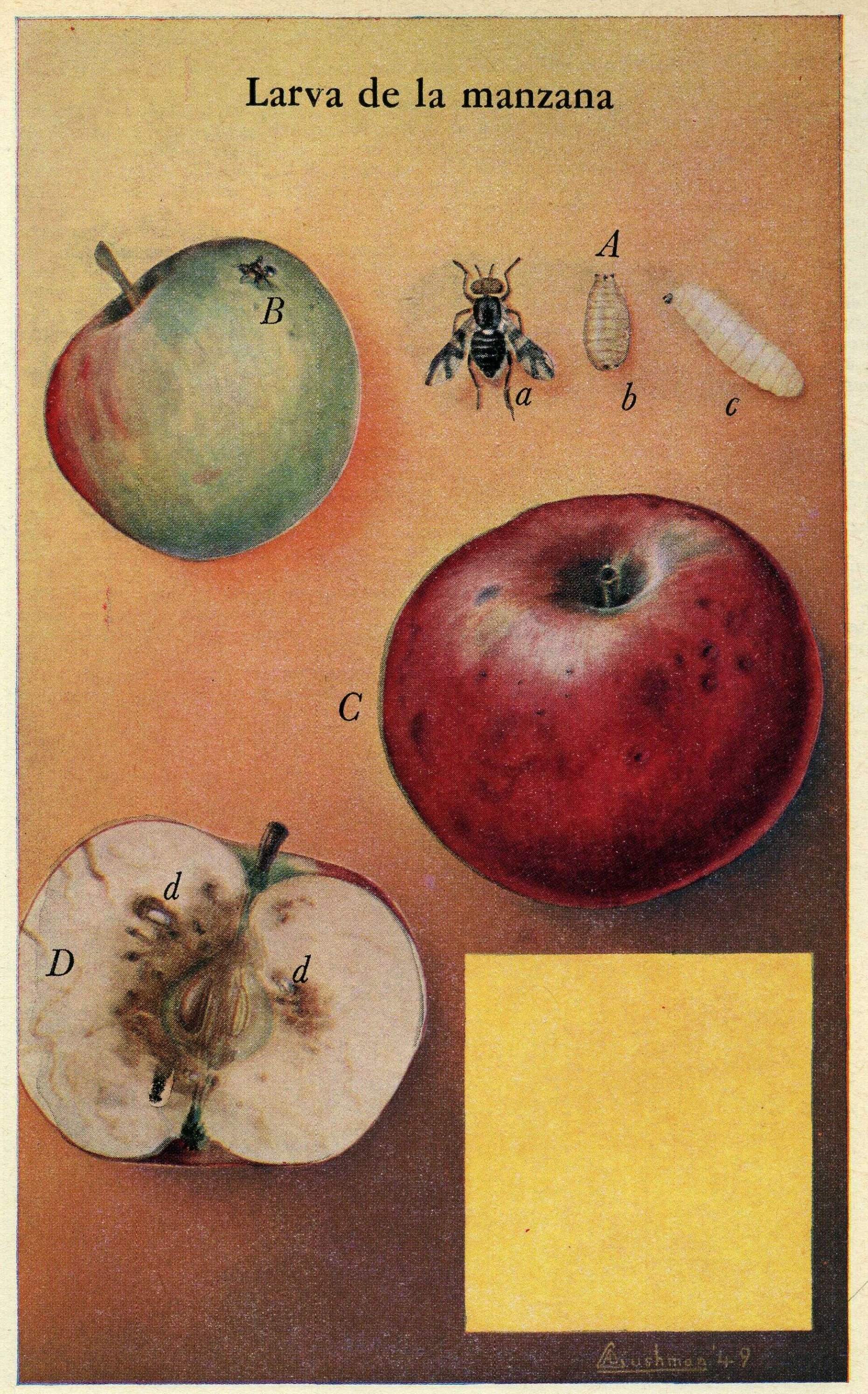
LARVA DE LA MANZANA

La larva de la manzana, o gusano de ferrocarril, perfora túneles o minas de color café dentro de las manzanas. Después de que una manzana infestada se cae o se recolecta del árbol, la carne se descompone ordinariamente y se convierte en una masa café. El adulto de la larva de la manzana, es una mosca del tamaño aproximado de la mosca doméstica, que aparece en mayores números en julio en los huertos de todos los Estados del Noreste y en la parte norte del Medio Oeste. Las moscas depositan sus huevos en la carne de las manzanas, de preferencia en las variedades dulces y subácidas que se maduran durante el verano u otoño. Las larvas blancas sin patas, o gusanos, crecen en la carne de la fruta. El insecto pasa el invierno en la tierra en su etapa de reposo o de crisálida.

Represión: Manténgase el follaje y las frutas cubiertos con arseniato de plomo o DDT durante el mes de junio, para destruir las moscas antes de que pongan sus huevos. Háganse 2 aplicaciones con 3 libras de arseniato de plomo solo, o con cantidades iguales de cal hidratada, o 3 aplicaciones con 2 libras de polvo humedecible de DDT al 50% para cada 100 galones de agua, a intervalos de 10 a 14 días. (Para cantidades más pequeñas de cualquier sustancia, esta concentración equivale a 8 cucharadas para cada 5 galones). Rocíense completamente todos los árboles, incluyendo aun aquellos que no tengan fruta. En aquellas estaciones en que las moscas aparezcan más tarde, puede necesitarse a veces una aplicación adicional. Es muy importante la debida oportunidad de los rocíos. En los pequeños huertos domésticos, recójanse y destrúyanse luego las manzanas agusanadas que caigan de los árboles. Recoléctese la fruta de las variedades que maduran temprano, cada 3 ó 4 días, y de las que maduran más tarde cada 7 a 10 días. Consúltese a la estación experimental estatal, al entomólogo de extensión, o al agente agrícola del condado, para obtener información acerca de la fecha en que se espera que aparezcan las moscas de la larva de la manzana en cada localidad, y la mejor época para aplicar el primer rocío.

No se rocían las frutas más tarde que 4 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítese la corteza de las frutas espolvoreadas, antes de comerlas.

[LAMINA XI



A, etapas vitales. *a*, adulto; *b*, crisálida; *c*, larva. (Todos aproximadamente tres veces tamaño natural.) *B*, hembra adulta haciendo perforaciones para poner huevos en una manzana; *C*, síntoma exterior de daños de las larvas; *D*, manzana partida mostrando los daños a la carne y *d*, larvas alimentándose dentro de la fruta. (*B*, *C* y *D* aproximadamente tamaño natural.)

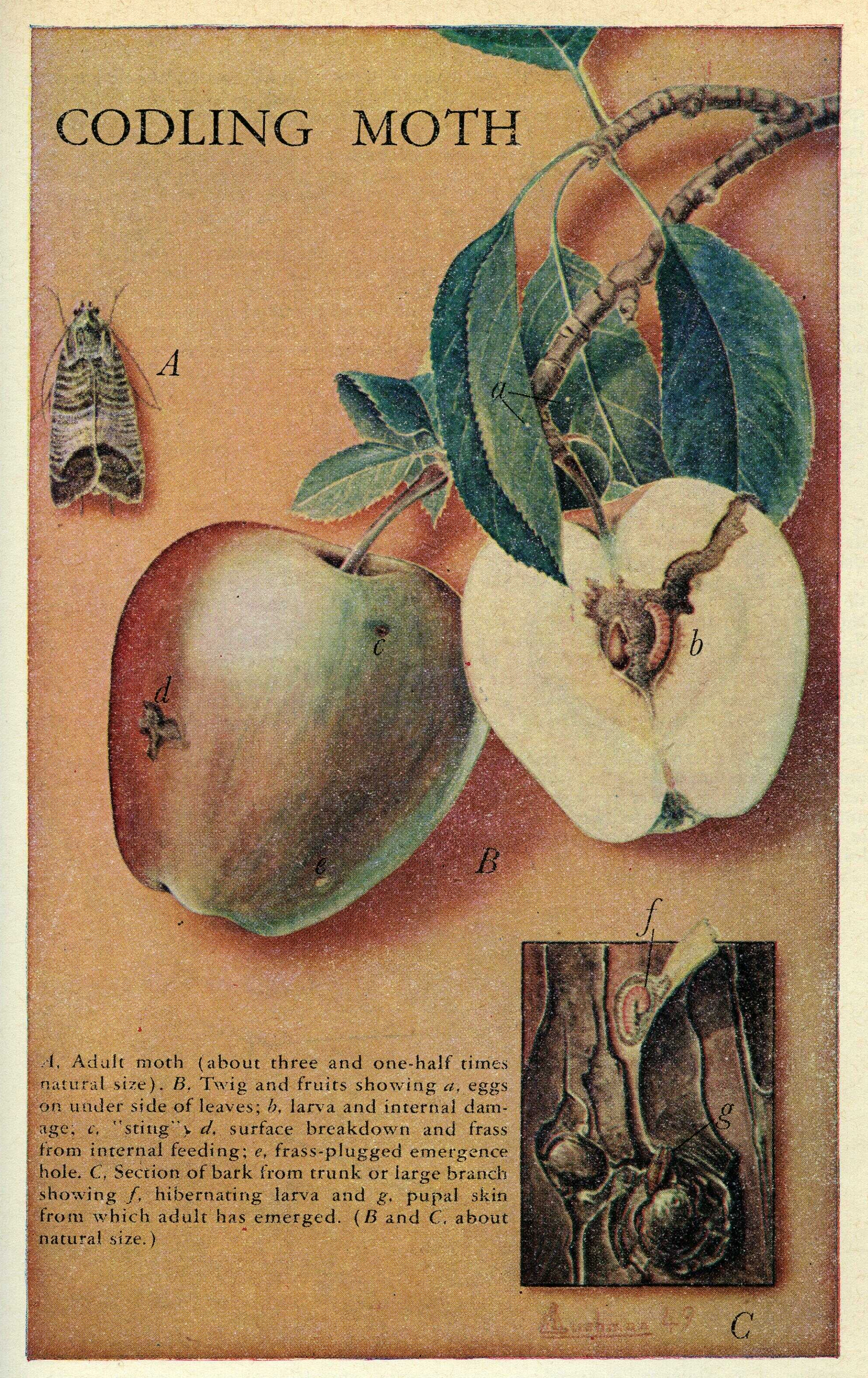
FALENA DE LA MANZANA

La falena de la manzana o gusano de la manzana es la oruga de color blanco sucio, o rosado, que se encuentra frecuentemente en las manzanas en todas las regiones de los Estados Unidos de Norteamérica. Causa los agujeros de gusano en los lados y extremos del botón de las manzanas, que conducen al centro. A menudo esos agujeros están llenos con masas de color café oscuro, pelotillas cafés o negras, que a veces sobresalen de los agujeros. La falena de la manzana es también una plaga de las peras, membrillos, nueces inglesas, y ocasionalmente de otras frutas. Los gusanos pasan el invierno como crisálidas en los espacios que se encuentran debajo de la corteza, y en otros lugares protegidos, comúnmente en el árbol o debajo de él. Las falenas comienzan a aparecer aproximadamente en la época en que florecen los manzanos y algunas se encuentran presentes en todo el resto de la estación de crecimiento. Los pequeños huevos blancos se depositan ordinariamente en las hojas, cerca de la fruta, o en ésta. Generalmente los primeros gusanos comienzan a penetrar en las manzanas tiernas 3 ó 4 semanas después de que caen los pétalos florales. El número de generaciones en una estación varía de una en las áreas productoras de manzanas en el Norte (con una pequeña parte de una segunda generación), a tres generaciones casi completas (y parte de una cuarta), en el extremo sur de la zona productora.

Represión: Rocíense completamente los árboles con polvo humedecible de DDT al 50%, empleando 8 libras para cada 100 galones de agua, u 8 cucharadas para 5 galones, a) inmediatamente después de que han caído los pétalos florales; b) 3 semanas más tarde; c) otras 3 semanas después y, d) otras 5 semanas más tarde. Puede substituirse al DDT con arseniato de plomo a razón de 3 libras por cada 100 galones de agua u 8 cucharadas rasadas para cada 5 galones, más una cantidad igual de cal hidratada, pero no es tan eficaz como el DDT, pudiendo usarse el arseniato de plomo en combinación con la mayoría de los demás insecticidas y fungicidas necesarios para reprimir otros insectos y enfermedades de los manzanos. Los programas de rocío varían grandemente de acuerdo con las condiciones locales, y por lo tanto, se recomienda consultar a las estaciones experimentales estatales o a los entomólogos de extensión, para obtener los programas correspondientes a cada localidad.

No se rocíen las frutas con DDT o arseniato de plomo más tarde que 4 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítese la cubierta de las frutas rociadas o espolvoreadas antes de comerlas.

[LAMINA XII



A, Adult moth (about three and one-half times natural size). *B*, Twig and fruits showing *a*, eggs on under side of leaves; *b*, larva and internal damage; *c*, "sting"; *d*, surface breakdown and frass from internal feeding; *e*, frass-plugged emergence hole. *C*, Section of bark from trunk or large branch showing *f*, hibernating larva and *g*, pupal skin from which adult has emerged. (*B* and *C*, about natural size.)

FALENA DE LA MANZANA

A, falena adulta (aproximadamente tres veces y media tamaño natural); *B*, rama y frutas mostrando: *a*, huevos en el lado inferior de las hojas; *b*, larva y daños internos; *c*, "picadura"; *d*, descomposición de la superficie y desechos de la alimentación interna; *e*, agujeros de salida tapados con los desechos; *C*, sección de corteza del tronco o rama gruesa mostrando: *f*, larvas que invernan y *g*, cubierta de crisálida de la que ha salido el adulto. (*B* y *C*, aproximadamente tamaño natural.)

CURCULIO DE LA CIRUELA

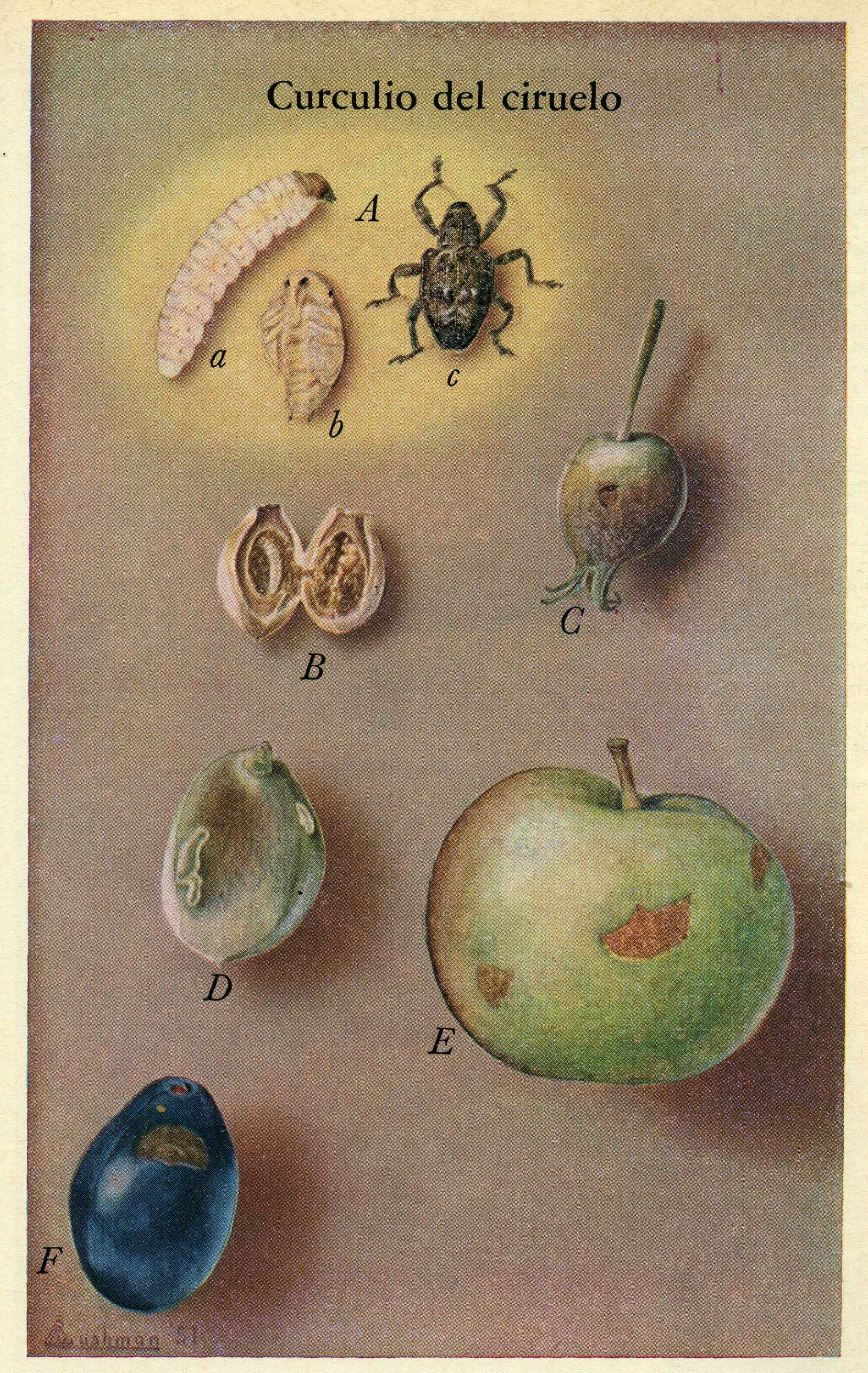
El curculio de la ciruela es una plaga común y grave de los duraznos, ciruelas, cere y manzanas en los Estados del Este de las Montañas Rocallosas. La superficie de la fruta queda llena de cicatrices o deformada por las perforaciones de alimentación y postura de huevos de los curculios adultos, y el interior se daña con las minas o túneles de las larvas. Los adultos son pequeños escarabajos jorobados con trompa de color café, aproximadamente de un cuarto de pulgada de largo, que pasan el invierno en sitios protegidos en la tierra, en los huertos o cerca de ellos. Invaden los árboles aproximadamente cuando florecen los duraznos o un poco más tarde, y se alimentan en las hojas y flores, atacando la fruta poco tiempo después de que brota y continuando esos ataques en forma intensa aproximadamente durante 3 semanas. Las perforaciones de alimentación tienen la forma de pequeños agujeros circulares y los huevos se depositan en cortadas en forma de creciente que las hembras hacen en la fruta. Los huevos incuban ordinariamente en una semana, y las larvas de color blanco amarillento alcanzan su total desarrollo en dos semanas o más. Las larvas maduras abandonan la fruta y penetran en la tierra, en donde completan su desarrollo, hasta convertirse en escarabajos adultos. A menudo se completan dos generaciones, en el territorio Sur, de los insectos, pero sólo ocurre una de ellas en el territorio Norte. En una zona intermedia (en las latitudes de Delaware y Virginia), puede ocurrir una segunda generación parcial que se desarrolla en la fruta que se está madurando. La mayoría de la fruta dañada a principios de estación cae del árbol o queda cicatrizada, raquítica y deforme. La fruta dañada más tarde permanece en el árbol, pero queda cicatrizada y llena de gusanos.

Represión: En los manzanos, rocíense los árboles con 3 libras de arseniato de plomo, o con una combinación de 2 libras de arseniato de plomo y 2 libras de polvo humedecible de DDT al 50% para cada 100 galones de agua: a) a la caída de los pétalos; b) de 7 a 10 días más tarde y c) 2 semanas aún más tarde.

En los duraznos y otras frutas de hueso, rocíense los árboles con 2 libras de arseniato de plomo, más 8 libras de cal hidratada, o con 2 libras de polvo humedecible de parathion al 15% para cada 100 galones de agua: a) al abrirse los botones frutales; b) de 7 a 10 días más tarde después de b) y d) si se usa parathion, de 12 a 14 días más tarde. En áreas en las que ocurran segundas progenies, rocíense: a) inmediatamente después de la caída de los pétalos; b) cuando se caen los botones frutales; c) de 7 a 10 días después de b) y d) aproximadamente un mes antes de la recolección. Si se usa parathion, hágase la aplicación: d) 5 semanas antes de la recolección y la e) 3 semanas antes de la misma.

No se rocíen las frutas con arseniato de plomo o DDT, más tarde que 4 semanas antes de la recolección. No se rocíen con parathion más tarde que 3 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítense las cáscaras de las frutas rociadas o espolvoreadas antes de comerlas. El parathion es extraordinariamente peligroso en su manejo, por lo que se recomienda seguir cuidadosamente todas las precauciones de seguridad impresas en los paquetes.

[LAMINA XIII



A, etapas vitales (considerablemente aumentadas); *a*, larva; *b*, crisálida, y *c*, adulto. *B*, "momia" de durazno con larva adentro; *C*, manzana pequeña mostrando las cicatrices del curculio. *D*, durazno pequeño saliéndole el jugo de la perforación del curculio. *E* y *F*, manzana y ciruela maduras mostrando el aspecto de las cicatrices del curculio al tiempo de la recolección. (*B*, *C*, *D*, *E* y *F*, tamaño natural.)

ACAROS DE LOS HUERTOS

Las pequeñas plagas succionadoras de ocho patas estrechamente relacionadas con l insectos, conocidas como ácaros y a las que a menudo se llama ácaros de araña, a ca de su semejanza y relaciones con las arañas, causan daños graves en los árboles de huerto en todo el territorio de los Estados Unidos de América. Muchas clases de ácaros succionan la savia de las hojas de los árboles frutales decíduos (manzanos, perales, duraznos, ciruelos y cerezos), haciendo que tomen un color bronceado o café y que se sequen. Cuando los daños son extensos, muchas de las hojas se caen y la fruta es pequeña y mal coloreada.

Los hábitos e historia vital de la mayoría de esos ácaros son semejantes. Las diferencias más importantes consisten en que algunos tejen telarañas en las hojas y alrededor de las ramas y otros no lo hacen, y otros, tales como el áfido del trébol, que ataca muchas clases de plantas y árboles frutales (así como el ácaro rojo europeo), sobreviven al invierno, en la etapa de huevo, en los árboles. Otros, como el ácaro de araña de dos lunares, y el ácaro del Pacífico, pasan el invierno como hembras adultos en sitios protegidos, ordinariamente en el suelo. Los ácaros pueden desarrollarse, de la etapa de huevo a la de adulto, en una semana o 10 días y ocurren varias generaciones al año. El tiempo seco y caliente acelera su desarrollo y favorece su rápido incremento hasta proporciones de brote. Ordinariamente los ácaros son más numerosos en julio y agosto.

Represión: La aplicación de una emulsión de aceite lubricante al 3% a fines de la estación de reposo destruirá los huevos del ácaro rojo europeo y del ácaro del trébol que sobrevivieron al invierno. Los ácaros pueden reprimirse durante el verano con los siguientes insecticidas: Para 100 galones de rocío, una libra de polvo humedecible de parathion al 15%; media pinta de pirofosfato de tetraetilo líquido al 40% (TEPP); de 1-1/2 a 2 libras de polvo humedecible al 15% de sulfito de 2-p-tert-butilfenoxi)-l-metiletil 2-cloroetilo (Aramite); media libra de polvo humedecible al 27% de benzol-tiofosfonato de O-etilo O-*p*-nitrofenilo (EPN) o una pinta de 1,1-bis(*p*-clorofenil)etanol líquido al 25% (DMC). El programa de represión de los ácaros en verano puede ser preventivo si se incluye alguna de las sustancias recomendadas en los 2 ó 3 primeros rocíos de la estación que se empleen contra otras plagas, o puede ser correctivo si se demora hasta que los ácaros comiencen a aumentar notablemente, lo que ordinariamente ocurre a fines de junio o más tarde, pero antes de que los daños lleguen a la etapa bronceada. En un programa correctivo se necesitan comúnmente por lo menos 2 aplicaciones con 7 a 10 días de intervalo. Ocasionalmente, si las infestaciones persisten, puede ser necesario hacer una tercera aplicación. Los rocíos deben hacerse en forma completa.

El parathion y el TEPP son extraordinariamente peligrosos en su manejo y deben seguirse cuidadosamente las precauciones de seguridad indicadas en los paquetes. El EPN es también peligroso en su manejo y hay que tener cuidado con él. No se rocíen las frutas más tarde que 3 semanas antes de la recolección. Restriéguense o quítense las cáscaras de las frutas o legumbres espolvoreadas o rociadas antes de comerlas.

[*LAMINA XIV*



A, rama de durazno mostrando la típica coloración bermeja causada por los ácaros; *B,* etapas vitales del ácaro de araña de dos lunares: *a,* huevo, *b,* insecto tierno (nótese que tiene seis patas en esta etapa); *c,* insecto a mitad de su crecimiento; *d,* macho adulto; *e,* hembra adulta, y *f,* hembra en la etapa de supervivencia al invierno. *C,* coloración bermeja del follaje del manzano; *D,* etapas del ácaro rojo europeo; *g,* huevo; *h* e *i,* crisálidas y *K,* hembra adulta. *(E* y *D* considerablemente aumentados.)

ESCAMA DE SAN JOSE

La escama de San José es un pequeño insecto que succiona la savia de la madera, hojas y frutas del manzano, peral, durazno y otros árboles frutales. Ocurre en todo el territorio de todos los Estados Unidos de Norteamérica. Las grandes cantidades de escamas disminuyen la vitalidad de los árboles y pueden matar gradualmente las ramas individuales o aun el árbol mismo. La hembra adulta es de color amarillo y aproximadamente del tamaño de una cabeza de alfiler. Vive debajo de una cubierta protectora que se forma sobre ella a medida que crece y a menudo se encuentran pequeñas decoloraciones rojizas en los puntos de alimentación, especialmente en la madera nueva y tierna y en las frutas. Los árboles gravemente infestados tienen un aspecto áspero. El insecto permanece en un solo lugar, a excepción de las primeras horas de su vida y durante el corto período de tiempo de actividad de los machos adultos. Los pequeños insectos tiernos recién incubados llamados rastreadores se mueven en el árbol y son arrastrados a veces por el viento y llevados a los árboles que se encuentran a cierta distancia. Las escamas parcialmente desarrolladas sobreviven al invierno mejor que las demasiado tiernas o las completamente maduras. Ordinariamente hay una o dos generaciones que se entrecruzan considerablemente en las áreas frutales del Norte y tres, cuatro, o más en las áreas del Sur.

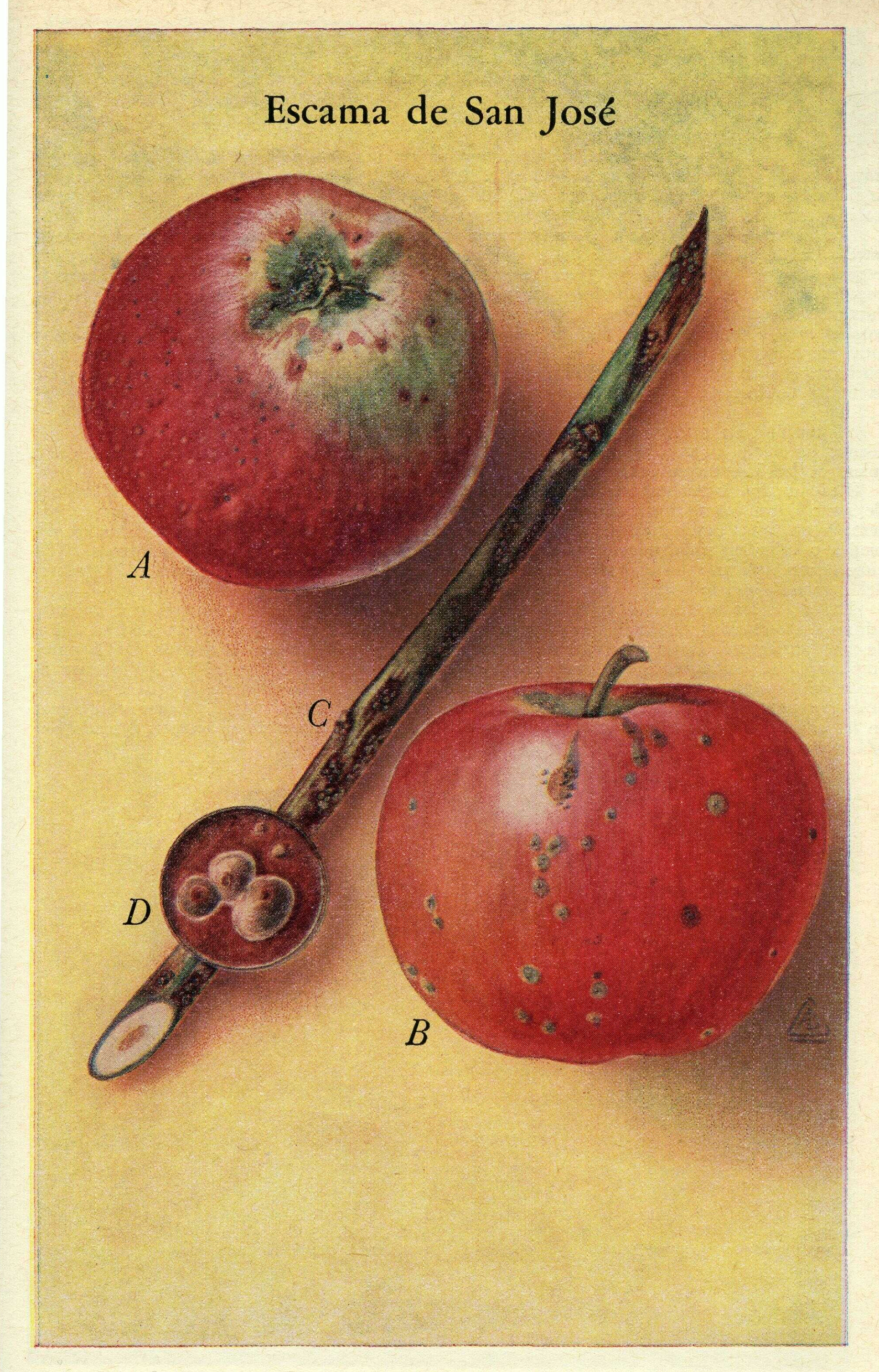
En algunas regiones, especialmente en el Medio Oeste, otro insecto, la escama de Forbes, puede confundirse con la de San José. El aspecto general, historia estacional y hábitos de las dos escamas, son semejantes.

Represión: Rocíense los árboles temprano en primavera antes de que se abran los botones, con una emulsión de aceite de petróleo. Dilúyase hasta proporcionar 4% de aceite en rocíos para usos en el noroeste del Pacífico, y 3% de aceite en otras áreas. El parathion en cantidad de 1/2 libra de polvo humedecible al 15% para 100 galones empleado en 2, 3 o más aplicaciones de rocío en verano, reprimirá también eficazmente la escama de San José y evitará la necesidad de las aplicaciones de aceite a principios de la primavera.

Cuando ocurra la escama de Forbes, puede controlarse con el tratamiento empleado contra la escama de San José.

El parathion es un veneno peligroso y deben observarse cuidadosamente todas las precauciones de seguridad anotadas en los marbetes.

[LAMINA XV



A y *B*, infestación de la fruta; *C*, daños típicos en el crecimiento nuevo; *D*, un pequeño racimo de escamas (considerablemente aumentado.)

MARIPOSA GITANA

La mariposa gitana es un serio enemigo de los árboles forestales en los Estados de la Nueva Inglaterra y el Este de New York. Las orugas o larvas de estas mariposas devoran las hojas y la defoliación retrasa el crecimiento y debilita los árboles. Las repetidas defoliaciones pueden matar los árboles.

Esta mariposa se introdujo accidentalmente en nuestro país en 1869 y se propagó rápidamente a través de varios Estados del Noreste. Durante muchos años los Estados infestados han quedado bajo cuarentena federal y en parte de esa área se han llevado a cabo medidas de extirpación por las agencias estatales, locales y federales.

La larva de la mariposa gitana aparece comúnmente a principios de mayo y para mediados de junio tiene cerca de 2 pulgadas de largo. Tienen varios pares de lunares rojos y azules en el dorso. A fines de junio o principios de julio se maduran y buscan lugares sombreados en los árboles o en las rocas en dónde convertirse en crisálidas y transformarse en mariposas. Estas salen aproximadamente un mes más tarde. Los machos vuelan muy bien durante el día, pero las hembras no pueden volar y por lo tanto depositan sus huevos cerca del lugar de donde salieron como mariposas. Los huevos se depositan en montones de 400 o más, que se cubren con pelos de color café. El invierno se pasa en la etapa de huevos.

Represión: La mariposa gitana puede reprimirse eficazmente con DDT. Se aplica en forma de rocío una solución aceitosa o una emulsión que contenga este insecticida mientras los insectos se encuentran en la etapa de oruga.

Las grandes áreas boscosas se rocían ordinariamente desde aeroplanos y los sopladores de rocío o rociadores hidráulicos son adecuados para emplearse a lo largo de las carreteras y en áreas residenciales. Para tratar los árboles bajos a lo largo de los muros de piedra o vallados, pueden emplearse rociadores de tipos de mochila. A principios de estación deben aplicarse los rocíos a razón de una libra efectiva de DDT por acre. Después del desarrollo del follaje, 3/4 de libra por acre son suficientes.

Debido a las muchas dificultades encontradas en su formulación, es más conveniente adquirir insecticidas de DDT de patente y prepararlos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se encuentran en el mercado soluciones concentradas de DDT para emplearse en rociadores o en aeroplanos, en concentraciones de 9 y 12%. Aplíquense a razón de 1 galón por acre, para dar, respectivamente, ya sea la dosis de 3/4 de 1%, o la dosis completa de DDT. Si se emplean emulsiones concentradas deben diluirse con agua en las cantidades indicadas en los paquetes, a fin de proporcionar la cobertura deseada de 3/4 o de una libra por acre

[*LAMINA XVI*



MARIPOSA GITANA

Vista a corta distancia de *a*, hembra depositando huevos; *b*, macho; *c*, crisálida hembra; *d*, crisálida macho; *e*, masa vieja de huevos. Larvas en hoja de roble: *f*, primera forma; *g*, segunda forma; *h*, cuarta forma; *i*, sexta forma o larva madura. Masas de huevos: *k*, debajo de las ramas y en las piedras; *l*, larvas tiernas tejiendo. (*a* a *i*, aproximadamente tamaño natural; *k* y *l*, disminuidas.)

ESCARABAJO DE LA HOJA DEL OLMO

El escarabajo de la hoja del olmo se alimenta en todas las especies de olmos. Las repetidas defoliaciones causan el debilitamiento o la muerte de los árboles. El escarabajo sobrevive al invierno como adulto y en la primavera perfora agujeros en las hojas tiernas y deposita sus huevos en el lado inferior de ellas. Los huevos incuban aproximadamente en una semana y las larvas tiernas convierten el follaje en esqueleto haciendo que se seque, que se vuelva de color café y que caiga a la tierra. Las larvas totalmente desarrolladas se convierten en crisálidas en la tierra o en las hendiduras de la corteza en la parte baja del tronco y salen aproximadamente en una semana convertidas en adultos. En las cercanías de Washington, Distrito de Columbia, ocurren dos generaciones al año y en Oregon puede haber hasta tres de ellas.

El escarabajo ocurre en el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica desde Maine a North Carolina y al Oeste hasta Arkansas y Michigan. Ocurre también en Idaho y a lo largo de la costa del Pacífico desde Washington hasta California.

Represión: Pueden matarse las crisálidas y larvas tiernas empapando la tierra y el tronco de los árboles con un rocío que contenga sulfato de nicotina. Para cantidades pequeñas, mézclese una pinta de aceite de verano y 4 cucharadas de sulfato de nicotina (40%) en 6-1/4 galones de agua. Para cantidades mayores, mézclense 2 galones de aceite y 1/4 de galón de sulfato de nicotina en 100 galones de agua.

Puede protegerse el follaje de los olmos rociando la superficie interior de las hojas cuando se encuentran aproximadamente a las dos terceras partes de su crecimiento, ya sea con arseniato de plomo o con DDT. Los rocíos de arseniato de plomo se preparan mezclando 1-1/2 cucharadas rasadas del polvo en un galón de agua (o 3 libras en 100 galones), y añadiendo 3/4 de cucharadita de aceite de linaza por galón, o 3/4 de pinta (12 onzas), por cada 100 galones de la mezcla de rocío. Los rocíos de DDT se preparan mezclando 2 cucharaditas de emulsión concentrada de DDT al 25% ó 3/4 de cucharadita de polvo humedecible de DDT al 50% por cada galón de agua. Para hacer 100 galones úsese un cuarto de galón o una libra, respectivamente. Estos rocíos se aplican con equipo hidráulico.

Para aplicarse con sopladores de rocíos, se hace un rocío concentrado de arseniato de plomo con las sustancias siguientes: Arseniato de plomo, 1-1/2 libras; aceite de semilla de algodón o de pescado, 4-1/2 onzas, y agua suficiente para hacer un galón. Un rocío de DDT para aplicarse con sopladores de rocío se prepara combinando las sustancias siguientes: DDT, 1 libra; xileno, 2-1/2 pintas; Triton X-100, 1-1/2 onzas (3 cucharadas), y agua para hacer un galón, o DDT, 50 libras xileno, 15-1/2 galones, Tritón X-100 5/8 de galón, y agua suficiente para hacer 100 galones. El Triton X-100 actúa como esparcidor. Sólo se necesitan 2 cuartos de galón de una emulsión de DDT al 6% para tratar un olmo de 50 pies con un soplador de rocíos.

[*LAMINA XVII*



A, hoja sana de olmo; *B*, hoja de olmo que muestra los daños típicos causados por la alimentación de los insectos, esqueletización y perforación; *a*, masa de huevos; *b*, larvas; *c*, crisálida, y ***d***, escarabajo adulto de la hoja del olmo. (Todos aproximadamente 2-1/2 veces tamaño natural).

El grabador Ips y los escarabajos de trementina son plagas ocasionales del pino y otros árboles coníferos que crecen en la vecindad de las habitaciones, sitios de cabañas de veraneo, y áreas de recreo en varias partes del país. Estos escarabajos de la corteza se encuentran ordinariamente sólo en los árboles debilitados por la sequía, por daños mecánicos, raíces cortadas, quemaduras del sol, u otras condiciones análogas. La quemadura del sol ocurre por la excesiva exposición a los rayos solares después de una repentina remoción de muchos de los árboles vecinos. Los escarabajos rara vez atacan y matan los árboles sanos, pero pueden hacerlo cuando ocurren en gran número. Si solo se encuentran presentes unos cuantos escarabajos de trementina en un árbol, puede sobrevivir debido a su capacidad para secretar suficiente resina como para ahogar los escarabajos adultos o los insectos tiernos en sus túneles, heridas que cicatrizan más tarde. Si los grabadores o los escarabajos de trementina atacan y hacen agujeros en la corteza que circunden completamente el tronco de un árbol, éste muere.

Los escarabajos de trementina salen de los árboles infestados en primavera, vuelan a los árboles verdes no infestados y perforan agujeros en la corteza en la parte inferior del tronco. Los escarabajos hembras depositan sus huevos en grupos en la corteza interna. Los huevos incuban en unos cuantos días y las larvas se alimentan lado a lado en la corteza blanda interna, dejando una cavidad tras ellas. Aproximadamente en 8 semanas las larvas llegan a la madurez y un mes más tarde salen los escarabajos adultos. Poco tiempo después, los escarabajos perforan la corteza, fluyendo de los agujeros grandes glóbulos de resina que más tarde se endurecen en la superficie.

En la zona Bay de California, los pinos Monterrey se infestan frecuentemente con los escarabajos rojos de trementina, que ocurren también en gran parte del resto del país. La especie más común en el Sur se conoce como escarabajo negro de trementina. El número de generaciones varía de dos o más al año a una cada dos años, dependiendo de la localidad y del clima.

Los escarabajos grabadores *Ips* adultos, son más pequeños que los de trementina y atacan todo el tronco de los árboles. A veces atacan las partes superiores de los árboles infestados más abajo con los escarabajos de trementina. Los túneles hechos por los *Ips* para depositar sus huevos, son alargados y generalmente corren en dirección del grano de la madera. Cuando incuban los huevos, las larvas perforan galerías a ángulos rectos de los túneles y esos túneles y galerías dan a la corteza interna y a la superficie exterior de la madera la apariencia de haber sido grabadas.

Represión: Pueden pasarse por alto las pequeñas infestaciones de escarabajos de trementina que sólo produzcan 3 ó 4 ataques en un árbol grande, pero si ocurren 5 o más ataques por pie cuadrado de corteza, el árbol puede morir. Para salvarlo, remuévanse las masas resinosas e inúndese cada túnel con una emulsión de clordano al 2%, o con dicloruro de etileno. Se puede inyectar también en cada túnel aproximadamente una cucharadita de disulfuro de carbono, que es sumamente inflamable y peligroso si se inhala. Son también eficaces los rocíos insecticidas domésticos en los que se disuelven 2 cucharadas de cristales de naftalina en media pinta de rocío.

El peligro de los escarabajos de la corteza es grande en períodos de sequía. Deben vigilarse cuidadosamente los árboles debilitados para descubrir los síntomas de actividades de los escarabajos. Un rocío que contenga 0.5% del isómero gama del hexacloruro de benzol, preparado ya sea con emulsiones de lindano o de hexacloruro de benzol o con polvos humedecibles, aplicado a los troncos, debe ayudar a evitar mayores ataques durante 2 ó 3 meses. Debe rociarse la corteza hasta que comience a gotear.

Hay que cortar los árboles gravemente atacados por los escarabajos grabadores que muestren virus de color café en las perforaciones, removiéndose la corteza para destruir las progenies antes de que salgan como escarabajos adultos. Hay que hacer esto mientras el follaje tiene un color verde o amarillo pálido, ya que ordinariamente los escarabajos han abandonado los árboles cuyo follaje es de color café o rojo.

[*LAMINA XVIII*



Fondo que muestra el aspecto de los árboles atacados. *A,* agujeros de entrada en la corteza (tamaño natural); *B,* interior de la corteza mostrando los túneles llenos de excrementos y las etapas vitales; *a,* huevo en su nicho; *b,* larva tierna; *c,* larva madura; *d,* crisálida; *e,* adulto en la cámara nupcial de la que *f,* señala el agujero de entrada. (Todos los incisos de *B,* están considerablemente aumentados.)

ESCARABAJOS DEL POLVO DE LOS POSTES

Los escarabajos del polvo de los postes atacan la madera de los edificios y la reducen a polvo. Uno de ellos es el perforador de las casas viejas. Los escarabajos del polvo de los postes causan extensos daños en este país en los antepechos, duelas de piso, largueros, dinteles, tablones, costados y vigas de los edificios.

Algunos escarabajos del polvo de los postes infestan solamente la parte de madera de savia de las duelas hechas con maderas duras destufadas, tales como roble o arce. Otros atacan la madera de savia de las maderas blandas, tales como pino ,abeto, y pinabete norteamericano, empleados en las subestructuras y techos de los edificios. Algunos más infestan solamente la madera cuya corteza está intacta y las hembras depositan sus huevos en las hendiduras de la superficie de la corteza o en la corteza interna a través de aberturas que hacen para ello. Algunas depositan sus huevos en los poros o hendiduras de la madera desnuda de corteza y otras perforan agujeros directamente en la madera y depositan sus huevos en túneles.

Puede descubrirse fácilmente la madera infestada por los escarabajos del polvo de los postes, por la presencia de polvo o partículas que salen de los agujeros que conducen a la superficie. A veces se puede escuchar también el raspado o rascado que hacen las larvas de los escarabajos a medida que cortan canales en la madera, pudiendo entonces no haber polvo, o sólo en muy poca cantidad, en la superficie de la madera infestada. Sin embargo, hurgando con un instrumento agudo, se puede descubrir inmediatamente el polvo. Estas actividades son características del perforador de las casas viejas, una plaga introducida que se está estableciendo bien en muchos edificios de este país. Con frecuencia la madera se infesta con este insecto antes de que se use en las construcciones, siendo difícil localizar esos ataques cuando se está construyendo una casa.

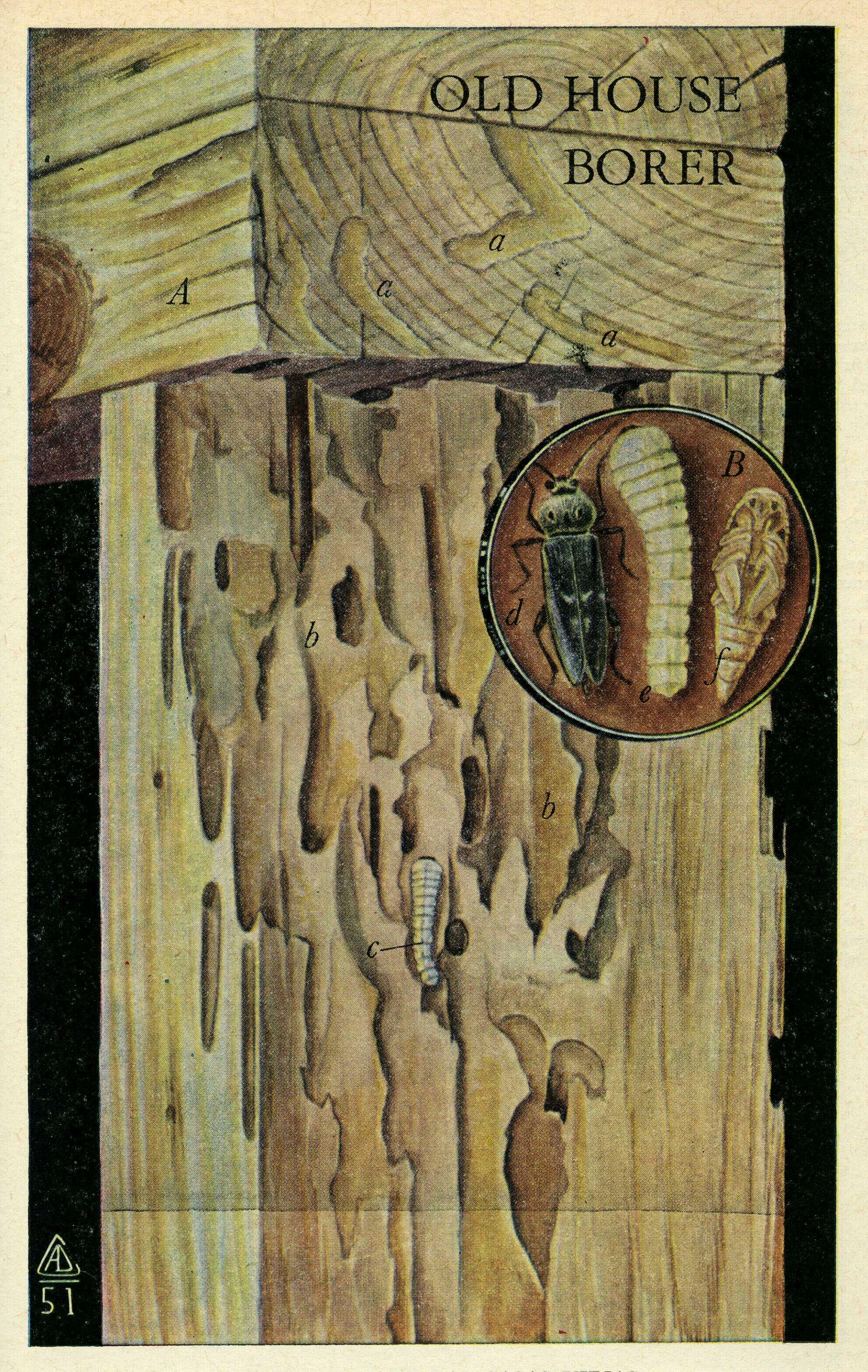
La mayoría de los escarabajos del polvo de los postes se madura en un año y el perforador de las casas viejas necesita de 3 a 7 años, estando restringido en su mayoría a la mitad Este de los Estados Unidos de Norteamérica, aunque la mayor parte de los demás se encuentran distribuidos en forma general en todo el país.

Represión: Reemplácese con madera sana toda la madera que esté tan dañada que haga peligrar la resistencia estructural. La madera ligeramente infestada puede rociarse abundantemente o pintarse con brocha con un insecticida penetrante, tal como una solución de pentaclorofenol al 5%. Para obtener mejores resultados, háganse 2 ó 3 aplicaciones a fin de permitir que la sustancia química penetre en la madera. Son también eficaces durante períodos cortos el petróleo y una mezcla de 9 partes de trementina y una parte de petróleo.

La mejor forma de reprimir las infestaciones graves, especialmente en la madera oculta por muros cubiertos de yeso o en construcciones aisladas, es la fumigación con gases venenosos. El ácido hidrociánico es un buen fumigante, pero debido al grave peligro que implica su uso, sólo debe aplicarse por fumigadores debidamente autorizados.

El pentaclorofenol es irritante para algunas personas, y debe manejarse con cuidado. Si queda en contacto con alguna parte del cuerpo, lávese inmediatamente la parte afectada con agua caliente y jabonosa. No debe emplearse cerca de una llama descubierta.

[*LAMINA XIX*



PERFORADOR DE LAS CASAS VIEJAS

A, sección a través de un tablón y poste infestados por los perforadores; *a,* galerías llenas de excrementos como se encuentran ordinariamente; *b,* galerías después de remover los excrementos; *c,* larva (casi tamaño natural); *B,* etapas vitales (aproximadamente al doble de su tamaño natural); *d,* adulto; *e,* larva, y *f,* crisálida.

TERMITAS SUBTERRANEAS

Las termitas subterráneas pueden causar extensos daños en las estructuras de madera y en otros productos que contengan celulosa, almacenados en los edificios o usados en su construcción.

Ordinariamente obtienen el agua necesaria para vivir, de la tierra en la que establecen sus colonias, sacando su alimento de la madera. Una colonia de termitas comprende adultos alados reproductores, trabajadores maduros, soldados y crisálidas tiernas y cada uno de ellos tiene asignadas tareas especiales.

Los adultos alados salen a menudo a principios de la primavera y vuelan para establecer nuevas colonias o pierden sus alas y mueren si no pueden volver a la tierra. Esta clase de termitas no puede establecerse en la estructura de madera seca o en los muebles de un edificio, y muere si no puede obtener humedad. En cada colonia sólo ocurre un vuelo cada año.

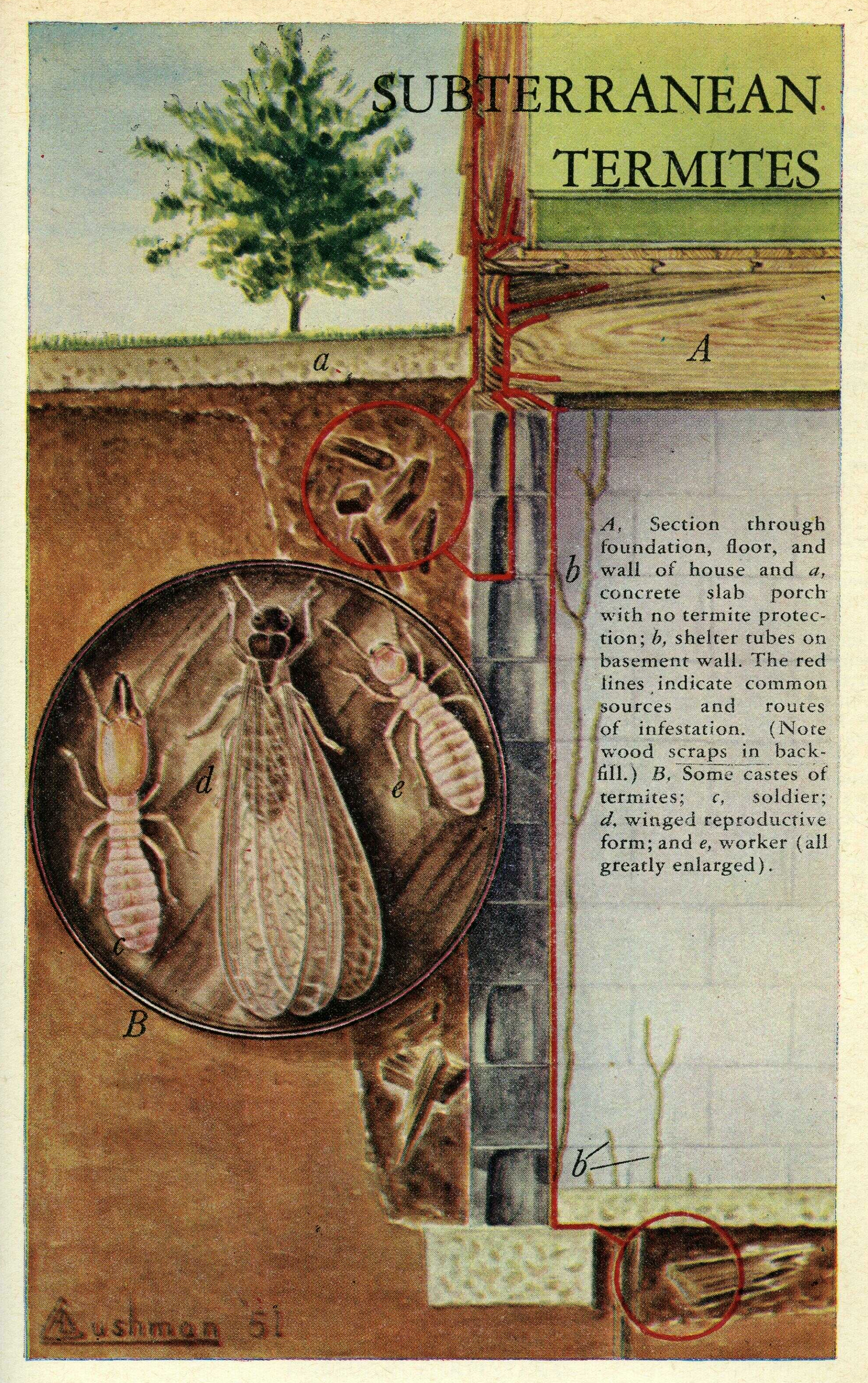
Los trabajadores son los que causan los daños en la madera. Excavan en ella y hacen canales que corren paralelos al grano. Los lados de las galerías se manchan con los excrementos grisáceos que sólo son característicos de las termitas y sus galerías están exentas de polvo de madera, lo que distingue sus daños de los causados por los escarabajos del polvo de los postes, cuyos túneles de alimentación están llenos de polvo. Las termitas ocurren en todos los Estados de nuestro país, pero son más comunes en la mitad Sur del mismo.

Represión: Las termitas subterráneas pueden reprimirse si se les impide el acceso a la tierra. Para ello los cimientos deben ser impenetrables a sus ataques. Los muros de albañilería deben estar exentos de huecos y las juntas de expansión deben rellenarse con resina de alquitrán de hulla. El espacio del subsuelo en los edificios no excavados debe tener la debida distancia (18 pulgadas de la tierra a la madera), ventilación adecuada y estar bien desaguado. Si son necesarios los soportes de madera, deben descansar en bases de concreto vaciado que tengan por lo menos 6 pulgadas sobre el nivel de la tierra. Los pórticos cubiertos deben tener tableros de acceso para permitir inspecciones periódicas y tratamientos con sustancias químicas si fueren necesarios. Después de hacer las modificaciones estructurales necesarias para impedir la entrada de las termitas, debe envenenarse la tierra próxima a los postes y muros de cimentación para matar las termitas que ya se encuentren en ellos y formar una barrera tóxica que evite que penetren otras.

Deben construirse trincheras que contengan los venenos de la tierra a lo largo de los cimientos de los edificios que sean poco profundos y que carezcan de sótanos, debiendo tener esas trincheras un pie de ancho y 15 pulgadas de profundidad. Esas trincheras deberán tener doble profundidad a lo largo de los muros de cimentación de los edificios que tengan sótanos y cimientos profundos. Los venenos de la tierra se aplican generalmente a razón de medio galón por pie lineal en las trincheras superficiales y al doble de esa cantidad en las trincheras profundas y se aplican mezclándolos en la tierra a medida que ésta se vuelve a colocar en la trinchera.

Las siguientes mezclas químicas son eficaces: Una solución de 10% de arseniato de sodio; una solución de 5% de DDT en aceite combustible número 2; una solución de 5% de pentaclorofenol en aceite combustible; una parte de ortodiclorobenzol diluída en 3 partes de aceite combustible; una parte de triclorobenzol diluída en 3 partes de aceite combustible; una parte de creosota de alquitrán de hulla diluída en 2 partes de aceite combustible. Todas estas mezclas son venenosas.

[LAMINA XX



TERMITAS SUBTERRANEAS

A, sección a través de los cimientos, piso y muros de una casa y *a*, dala de concreto de un pórtico sin protección contra las termitas; *b*, tubos de abrigo en los muros del sótano. Las líneas rojas indican los orígenes ordinarios y rutas de infestación. (Nótense los desperdicios de madera en el relleno). *B*, algunas castas de termitas: *c*, soldado; *d*, forma alada reproductora y *e*, *obrero*. (Todos considerablemente aumentados.)

HORMIGAS CARPINTERAS

Las hormigas carpinteras anidan en la madera y son una plaga de las habitaciones, diversos tipos de postes y cavidades de los árboles. En la mayoría de las regiones sus daños se limitan a pequeñas partes de los edificios y por lo tanto esos perjuicios son menos importantes que los causados por las termitas.

Las hormigas carpinteras buscan la madera blanda (especialmente la madera que se ha resecado y comienza a pudrirse), para hacer cavidades en las que crían a sus progenies. Pueden encontrarse en las columnas y techos de los pórticos, en los antepechos de las ventanas, en los postes de cimientos y en los troncos de las cabañas. Las hormigas no se alimentan de la madera, sino que simplemente la arrojan en forma de partes fibrosas a medida que la remueven para construir sus cámaras. Se alimentan del rocío de miel que obtienen de los áfidos y de los insectos de escamas, así como en los desechos de animales y jugos de plantas.

Las cámaras de las hormigas carpinteras están limpias y las cortan a través del grano de la madera, pudiendo verse en el exterior de la madera infestada, los montones de fibras de desechos. Son características de la madera manchada por las termitas, las cámaras manchadas de gris que corren a lo largo del grano. Además, las termitas comen la madera a medida que la remueven al extender sus galerías.

Una colonia de hormigas carpinteras consiste de obreras de varios tamaños, de formas reproductoras y de ejemplares prematuros. Se necesitan nueve semanas para que se desarrollen de la etapa de huevos a la de adulto, y de 3 a 6 años para que produzcan una colonia bien desarrollada.

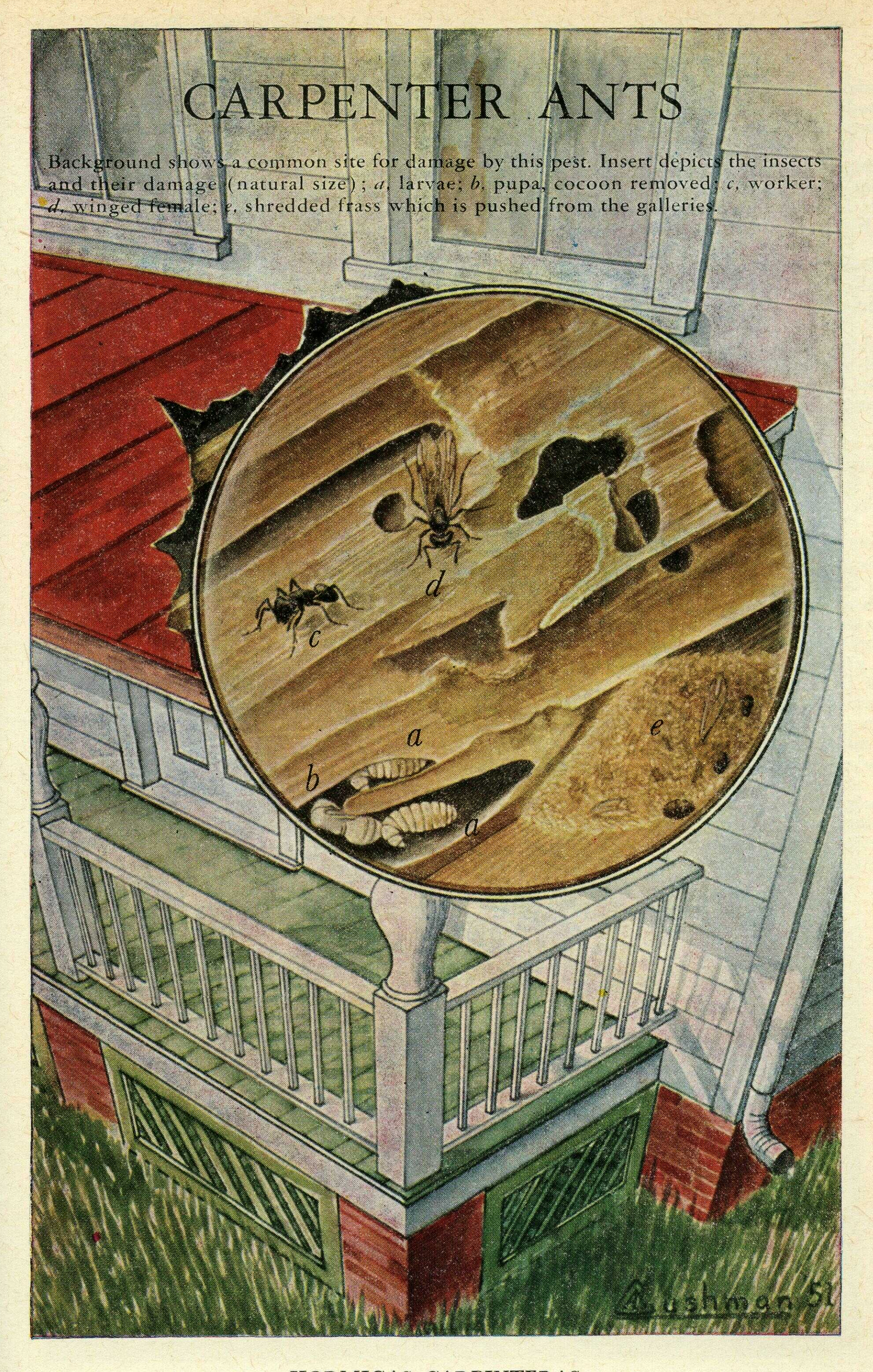
Las hormigas carpinteras se encuentran distribuidas en la mayor parte de nuestro país.

Represión: Las hormigas carpinteras se reprimen mediante la aplicación de polvos, rocíos o fumigantes venenosos en sus nidos o en los lugares que frecuentan.

Medidas de salubridad. Remuévanse y destrúyanse los troncos y tocones que alberguen colonias. Séllense las hendiduras de los muros de cimentación para impedir su entrada y repárense las goteras en los techos de los pórticos.

Aplicaciones químicas: 1) *En edificios.* Espolvoréense con 5% de clordano, 4% de rotenona (polvo de derris), 10% de DDT, o con floruro de sodio. Usese aproximadamente una cucharada por hendidura. Estas sustancias son más eficaces si se aplican en tiempo seco y caliente. Si ocurren colonias en la madera podrida de los pórticos y columnas, empápese la madera con una solución de 5% de pentaclorofenol, que es a la vez un preservativo de la madera y un insecticida. 2) *En las cavidades de los árboles o tocones cercanos a arbustos.* Mézclense 8 cucharaditas de polvo humedecible de clordano al 50%, en un galón de agua, y empápese con la solución la madera infestada. Hágase lo mismo con la emulsión al 48% hecha con esta misma sustancia. Pueden usarse también los polvos mencionados para emplearse en edificios. 3) *En postes de todas clases.* Introdúzcase cualquiera de las siguientes sustancias en las cavidades: Una mezcla compuesta de partes iguales de creosota de alquitrán de hulla y gasolina; una solución de pentaclorofenol al 5%; una mezcla ya sea de ortodiclorobenzol o triclorobenzol y petróleo (de 1 a 4 partes por volumen); alguno de los rocíos hechos con clordano, o fumíguense con tetracloruro de carbono después de sellar todas las aberturas, excepto las que se empleen para tal efecto. Estas últimas deben sellarse también después de aplicar las sustancias químicas.

[LAMINA XXI



HORMIGAS CARPINTERAS

Fondo que muestra un sitio común de daños causados por esta plaga. La inserción muestra los insectos y los daños que causan (a tamaño natural). *a*, larvas; *b*, crisálida sin cubierta; *c*, obreras; *d*, hembra alada; *e*, desecho de excrementos que se saca de las galerías.

MOSCA DE SIERRA DE CABEZA ROJA DEL PINO

La mosca de sierra de cabeza roja del pino, ataca los pinos jóvenes en los viveros, plantaciones, áreas de reproducción natural, parques y plantíos de ornato. Ocurre en toda la mitad Este de los Estados Unidos de Norteamérica, en el este de Canadá y tal vez en Missouri y Arkansas.

Los adultos son robustos y tienen cuatro alas. Su nombre proviene del aparato para depositar huevos, parecido a una sierra, que la hembra emplea para hacer ranuras en las agujas, en las que deposita sus huevos. Las larvas se maduran en 25 a 30 días y pasan el invierno en la etapa anterior a la de crisálida en cubiertas en forma de cápsula en los desechos vegetales o tierra superficial bajo los árboles infestados.

Esta mosca de sierra se alimenta en muchas clases de pinos y en algunas otras coníferas, pero prefiere los pinos duros. Las larvas tiernas prefieren las agujas viejas como alimento, pero las más maduras devoran también el follaje nuevo, y la corteza tierna de las ramas jóvenes.

Su historia vital es bastante complicada. Puede haber una, una y media o dos generaciones al año. Algunos adultos de cada generación salen en el mismo año que se puso el huevo, pero el resto lo hace hasta el año siguiente. Como resultado, se pueden encontrar progenies de larvas que se alimentan durante toda la estación, dependiendo del clima, en cierta forma, la extensión de ese período.

Represión: Las aplicaciones de arseniato de plomo o DDT al follaje matarán cualquier larva que se encuentre presente. Las pequeñas infestaciones en unos cuantos árboles cercanos a las residencias pueden destruirse removiendo a mano las larvas o desalojándolas con el chorro de agua de una manguera, aplastándolas o destruyéndolas en cualquier forma.

En los viveros, plantaciones o áreas de reproducción natural, los rocíos pueden aplicarse con equipo hidráulico o sopladores de rocío. 1) Para emplearse con rociadores hidráulicos, úsense 1-1/2 cucharadas de polvo humedecible de DDT al 50%, o 3 cucharadas rasadas de arseniato de plomo en un galón de agua, o 2 y 4 libras, respectivamente, en 100 galones. Para aumentar la adherencia del rocío, añádanse 3/4 de cucharadita de aceite de linaza por galón, o 3/4 de pinta (12 onzas), para cada 100 galones de la mezcla de rocío. 2) Para sopladores de rocío, úsense una emulsión o suspensión concentradas al 6%, a razón de 2 galones por acre. Las cantidades necesarias para hacer un galón de emulsión concentrada de DDT, son las siguientes: DDT, 1/2 libra; xileno, 1-1/4 pintas; Tritón X-100, 3/4 de onza (1-1/2 cucharadas), y agua para hacer un galón. Los materiales necesarios para hacer un galón de la suspensión, son los siguientes: Arseniato de plomo, 3/4 de libra; aceite de semilla de algodón o de pescado, 4-1/2 onzas; aceite mineral blanco, 1-1/2 onzas (3 cucharadas), y agua para hacer un galón.

Debe hacerse una cuidadosa inspección de las áreas rociadas, hasta los 14 meses después del tratamiento, porque algunas de las larvas pueden haber formado crisálidas y pueden haber quedado protegidas durante la aplicación de las sustancias químicas, pudiendo necesitarse, por lo tanto, otro tratamiento.

[*LAMINA XXII*



MOSCA DE SIERRA DE CABEZA ROJA DEL PINO

a, muestra un grupo de larvas alimentándose en una rama de pino; *b*, macho adulto (*a* y *b* aproximadamente tamaño natural); *c* y *d* son la hembra y nidos de huevos en una aguja, respectivamente; *e*, larva madura; *f*, crisálida. (*c*, *d*, *e*, y *f*, considerablemente aumentados.)

LAS CUCARACHAS

A veces las cucarachas se vuelven extremadamente abundantes en las habitaciones, restaurantes y almacenes, y destruyen o contaminan los alimentos. Pueden dejar un olor desagradable, y excrementos y organismos que transmiten enfermedades o que envenenan los alimentos en los trastos y utensilios de cocina. Cada cápsula encierra varios huevos de cucaracha, de los cuales los insectos tiernos escapan cuando aquellos incuban. Las cucarachas recién incubadas son muy pequeñas al principio, pero por lo demás tienen casi el mismo aspecto que los adultos, con la sola excepción de que no tienen alas.

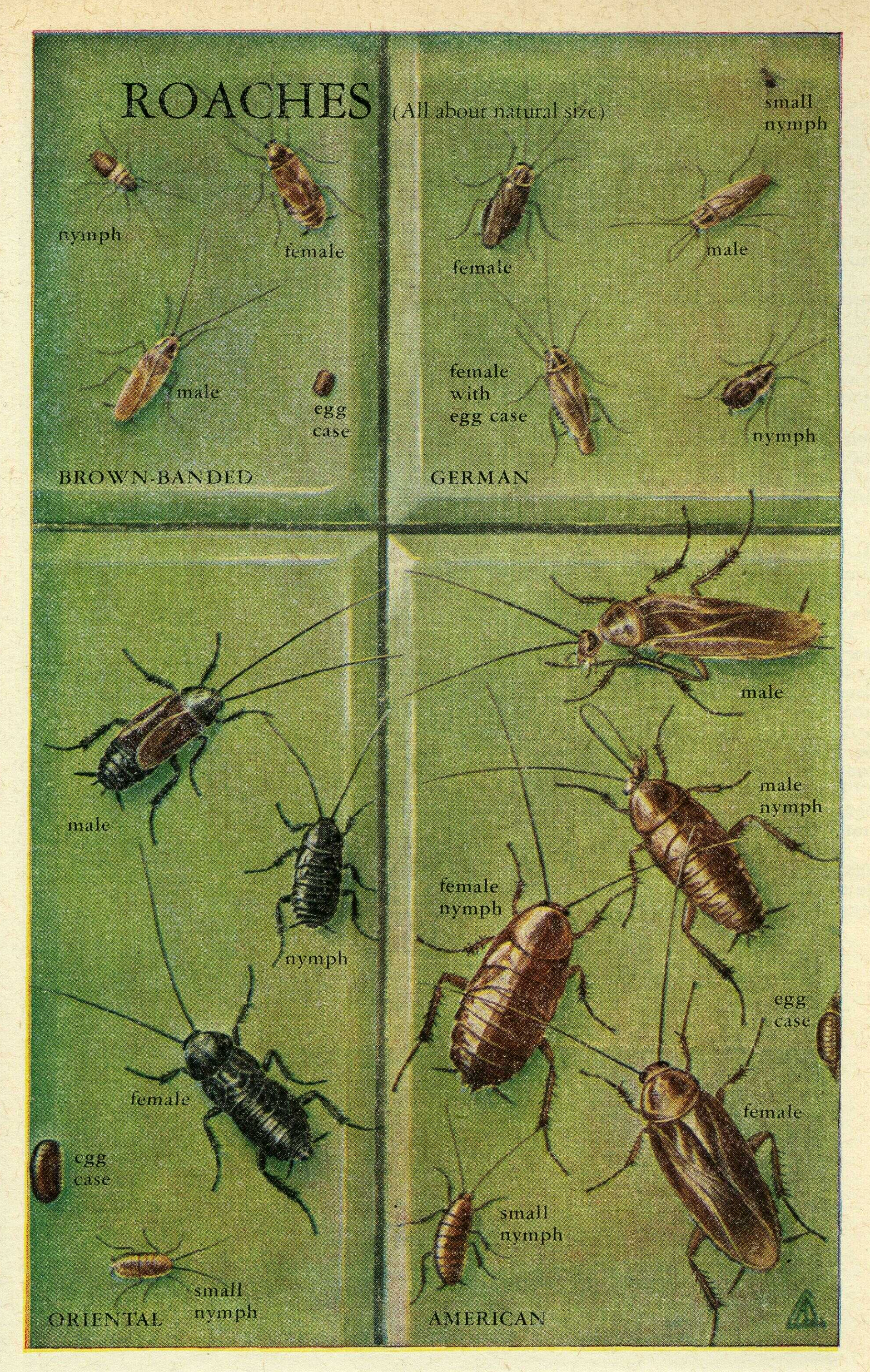
Los adultos de las cucarachas alemanas y de bandas cafés, tienen aproximadamente media pulgada de largo, ocurriendo 2 ó 3 generaciones al año en los hogares y otros lugares calientes. Viven principalmente dentro de los edificios, y ordinariamente son muy perjudiciales en la misma área en donde se desarrollan, ya sea en las cocinas o cuartos de baño. La cucaracha de bandas cafés puede vivir también en toda la casa, y se encontrará en la parte inferior de las mesas, sillas y muebles acojinados, detrás de los cuadros, en las paredes, o en el interior de los gabinetes de los receptores de radio y televisión, libreros, escritorios, vestidores y armarios de ropa.

Los adultos de las cucarachas norteamericana y oriental, tienen de 1-1/4 a 2 pulgadas de largo, y completan una generación aproximadamente en un año. En climas calientes pueden vivir en el exterior durante todo el año, habitando en los graneros, construcciones aisladas, montones de desperdicio, y otros lugares donde puedan esconderse, invadiendo constantemente las habitaciones desde ellos. En climas fríos no pueden sobrevivir al invierno en el exterior, pero continúan creciendo y siguiendo sus actividades durante el tiempo frío en los edificios que tienen calefacción. Estas cucarachas generalmente no se desarrollan en las cocinas o partes habitadas de las casas, y pueden penetrar a ellas durante la noche, cuando andan en busca de alimento, pero salen de los sótanos, cuartos de calefacción, áreas de almacenamiento, túneles de vapor, drenajes, callejones, patios u otros lugares semejantes, o de los cimientos y pórticos. Durante el día, la mayor parte de ellas vuelven a los lugares en donde se desarrollaron.

Represión: Un rocío de 2% de clordano es eficaz y práctico para emplearse en condiciones ordinarias. Puede rociarse o aplicarse con una brocha pequeña a las superficies adecuadas, y conservará su eficacia durante varias semanas. El clordano en polvo, el DDT en forma de rocío o polvo, el piretro como rocío o polvo, los polvos de fluoruro de sodio, y la pasta de fósforo tienen varios grados de eficacia.

Para reprimir satisfactoriamente las cucarachas, es necesario hacer llegar los insecticidas a los lugares donde se esconden o desarrollan, así como a las superficies por donde pasan sus correrías durante la noche. Es importante, por lo tanto, saber de qué clase de cucarachas se trata, debido a los diversos hábitos de las varias especies.

El buen manejo de una casa y una limpieza absoluta, ayudan a reprimir las cucarachas, disminuyendo los suministros de alimento, aunque puede establecerse una infestación en la casa más limpia.



CUCARACHAS

(Todas aproximadamente tamaño natural. DE BANDA CAFE. Crisálida. Hembra. Macho. Cápsula de huevos. ALEMANA. P⁻queña crisálida. Hembra. Macho. Hembra con cápsula de huevos. Crisálida. ORIENTAL. Macho. Crisálida. Hembra. Cápsula de huevos. Pequeña crisálida. NORTEAMERICANA. Macho. Crisálida macho. Crisálida hembra. Cápsula de huevos. Hembra. Pequeña crisálida.

LARVA DEL GANADO

Las larvas del ganado que se encuentran en las espaldas de los animales, son larv de dos especies de moscas de talón. Una, la larva común del ganado, se encuentra en la mayor parte del territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. La otra, la larva del Norte del ganado, ocurre en la mitad norte del país. Aparecen en las espaldas del ganado más tarde que la especie común, y si ambas especies se encuentran presentes, el período comprendido desde la primera aparición de larvas en las espaldas del ganado, hasta que la última de ellas ha abandonado los tejidos del huésped, puede ser aproximadamente de 5 meses o mayor. En algunas de las localidades del Sur, la estación de larvas comienza a fines del verano o principios del otoño, y en los Estados de la parte Norte, la estación no comienza sino hasta el invierno o principios de la primavera.

Los adultos o moscas de talón, depositan sus huevos en los animales durante la primavera y el verano. Las larvas tiernas que se incuban de los huevos minan el cuerpo del animal aproximadamente durante 9 meses, y finalmente se localizan debajo de la piel de la espalda. Cortan después un agujero en la piel, se enquistan y completan su desarrollo en el quiste en 5 a 7 semanas más. Las larvas maduras caen al suelo y forman una cubierta de crisálida, de la cual salen más tarde las moscas de talón. Las larvas del ganado producen una generación al año.

Los adultos causan también daños al ganado. Los ataques de las moscas de talón asustan a los animales, y a menudo ocasionan estampidas que resultan en pérdidas de carne y leche, y daños mecánicos. Las larvas perforan grandes agujeros en la porción más escogida de las pieles y producen irritaciones, inflamaciones, desarrollo anormal de los animales jóvenes, y pérdidas considerables de carne, leche y cueros.

Represión: La rotenona es el único insecticida que se recomienda para la represión de las larvas del ganado. Puede aplicarse a las espaldas de los animales, las raíces finamente pulverizadas de cuba o derris, que contengan 5% de rotenona en forma de rocío, polvos o baños. La aspersión a presión es la forma más rápida para tratar el ganado, y se prefiere generalmente para grandes rebaños. El rocío debe contener 7-1/2 libras de polvo cuba o derris por cada 100 galones de agua, y debe aplicarse a razón de un galón por animal. Deben emplearse toberas de penetración y una presión de 400 libras por pulgada cuadrada. Los dueños de pequeños rebaños prefieren los polvos que son más deseables para emplearse en tiempo frío. Deben usarse 3 onzas de polvo que contengan una parte de derris o cuba, y 2 partes por peso de un diluyente adecuado por cada animal adulto. El polvo debe frotarse a mano perfectamente en los quistes de larvas. Se obtiene una excelente represión de las larvas empleando baños de derris o cuba cuando se aplican completamente con un cepillo de fibras rígidas. Los baños deben contener 12 onzas de polvo de derris o cuba, y un cuarto de onza de algún agente humedecedor para cada galón de agua, necesitándose de una a dos pintas por animal para cada tratamiento.

Es absolutamente esencial el tiempo adecuado de aplicación, cualquiera que sea el método que se use, a fin de obtener una buena represión de las larvas. El tiempo preciso de tratamiento en cualquier localidad, puede precisarse por medio del agente del condado u otras personas experimentadas.

[LAMINA XXIV



Background, section of tanned hide showing grub damage. *A*, Calf being chased by heel flies. *B*, Life cycle diagram showing *a*, eggs attached to hair (greatly enlarged); *b*, small larvae; *c*, encysted larva and the hole in the hide; *d*, puparium under litter, *e*, adult heel fly. (*b*, *c*, *d*, and *e*, all about natural size.)

LARVA DEL GANADO

Fondo que muestra una sección de cuero curtido, en la que se aprecian los daños de las larvas. *A*, ternera perseguida por las moscas de talón. *B*, diagrama del ciclo vital que muestra: *a*, huevos adheridos a los pelos (considerablemente aumentados); *b*, larvas pequeñas; *c*, larvas enquistadas y agujero en el cuero; *d*, depósito de crisálidas bajo las larvas; *e*, mosca de talón adulta. (*b*, *c*, *d*, y *e*, todos aproximadamente tamaño natural.)

La mosca de cuerno es un pequeño insecto que succiona la sangre aproximadamente de la mitad del tamaño de la mosca doméstica. Vive en el ganado, reposando y alimentándose comúnmente en las espaldas y hombros del mismo. En los días calientes y asoleados, las moscas pueden concentrarse en las partes inferiores del cuerpo del ganado para escapar al calor. A pesar de su nombre, rara vez se encuentran en los cuernos y ocasionalmente, en días fríos, cientos de ellas pueden concentrarse cerca de la base de los cuernos.

La mosca de cuerno se propaga solamente en el estiércol fresco del ganado. Las moscas bajan del ganado y depositan rápidamente varios huevos de color café rojizo en el estiércol fresco, volviendo luego a descansar en los animales. En verano, los huevos incuban aproximadamente en 16 horas, y las pequeñas larvas se alimentan en el estiércol durante 5 días y luego se cambian a la etapa de reposo o de crisálida. Las crisálidas se encuentran comúnmente en la parte inferior del estiércol o en la tierra que queda cubierta por el mismo. Después de 4 ó 5 días, las moscas salen y buscan ganado en qué alimentarse, quedando listas para repetir el ciclo vital en unos cuantos días, el que se completa, de huevo a huevo, aproximadamente en 2 semanas en tiempo caliente. La mosca de cuerno pasa el invierno en la etapa de crisálida.

La mosca de cuerno entró a los Estados Unidos de Norteamérica hacia 1890 y se propagó rápidamente. Se encuentra en todo el año en el ganado en el sur de Texas y en Florida. Los adultos comienzan a aparecer temprano en la primavera en las áreas más al Sur y a fines de ella en las partes centrales y del Norte del país, aumentando rápidamente en número, a medida que avanza la estación caliente.

Si no se toman medidas de represión, las moscas de cuerno se vuelven ordinariamente tan abundantes, que cada animal puede quedar atacado por 3,000 ó 4,000 de ellas. Esas grandes concentraciones causan extraordinarias molestias y significan una pérdida constante de sangre de los animales. Las grandes cantidades de moscas pueden disminuir la producción del ganado lechero en 10 a 20% e impedir el aumento de peso del ganado de engorda hasta en media libra diaria.

Represión: Se recomiendan los rocíos que contengan toxafeno, o por lo menos una concentración de 0.5% de TDE, metoxiclor o DDT, para reprimir los insectos en el ganado de engorda. Aplíquense aproximadamente 2 cuartos de galón del rocío por animal, y si se aumenta la concentración hasta 1.5%, puede aplicarse una cantidad de rocío relativamente menor. Rocíense las espaldas, costados y vientre de los animales. Cuando se usa toxafeno, no se exceda de una concentración de 0.5%, a fin de evitar posibles daños al ganado, especialmente a las terneras. Un tratamiento con cualquiera de los insecticidas reprimirá las moscas durante 3 a 4 semanas.

Se recomienda el metoxiclor como más económico y eficaz en el ganado lechero. Usese en la misma forma sugerida para el ganado de engorda. No se recomienda el uso de DDT, toxafeno y TDE en las vacas lecheras, porque esas sustancias pueden aparecer en la leche. Se recomiendan también los rocíos de piretro fortificados con butóxido de piperonil, *n*-propil isome u otros sinérgicos semejantes para usarse contra las moscas de cuerno en las vacas lecheras. Pueden aplicarse a las vacas lecheras rocíos de piretro con base de aceite en pequeñas cantidades que no excedan de una onza en cada ordeña, o pueden aplicarse también rocíos de piretro con base de agua, a razón de 1 ó 2 cuartos de galón por animal, para obtener protección hasta durante una semana. Pueden emplearse asimismo rocíos con base de aceite que contengan lethano y thanite en forma de rocíos ligeros en cada ordeña, para la represión de las moscas en el ganado lechero. No se empapen los animales con rocíos de base de aceite, ya que el aceite sólo puede ser perjudicial.



A, vaca atacada por las moscas de cuerno mostrando la capa casi sólida de moscas en el hombro. *B,* etapas vitales en el estiércol de vaca: *a,* adulto; *b,* huevo; *c,* larvas, y *d,* crisálida. (Todas las etapas vitales aproximadamente 3 veces tamaño natural.)

MOSQUITOS DE LAS AGUAS DE RIEGO

Varias especies de mosquitos se reproducen en los canales de riego, campos de arroz y pastos. En miles de acres en el Oeste que se han vuelto de gran valor debido a los riegos, los mosquitos se reproducen tan abundantemente, que constituyen una amenaza para el hombre y los animales. El ganado de engorda que se suelta en los pastos de verano, pierde peso, disminuye la producción de leche, aumenta seriamente la mano de obra durante la recolección de heno y cosecha de frutas, y con frecuencia disminuye el valor de algunas propiedades.

Los mosquitos de las aguas de riego pasan el invierno en la etapa de huevo. Los huevos se depositan aislados en la tierra húmeda a fines del verano, e incuban el verano siguiente, cuando los cubren las aguas de riego. El número de huevos por acre puede llegar hasta 20 millones. Las larvas o agitadores llegan a la etapa de crisálida y salen como adultos de 5 días a 2 semanas, según la especie y el clima. Pueden ocurrir de una a ocho progenies durante la estación o después de cada inundación. Se conoce muy poco sobre sus hábitos de vuelo, pero se han observado a varias millas de distancia de sus campos de reproducción.

Represión de las larvas: Como las larvas o agitadores no pueden vivir sin agua, la manera más sencilla de impedir que se conviertan en adultos es hacer que el agua se absorba en los campos o escurra y se desagüe antes de que los agitadores tengan tiempo de desarrollarse. El problema de suministrar una cantidad adecuada de agua a los campos y secarlos después en una semana, constituye, por tanto, el punto importante en la disminución de la plaga en los campos que se han regado. El método de bordos resuelve el problema y economiza agua.

Si pueden emplearse larvicidas, las fórmulas de DDT aplicadas a razón de 0.02 o 0.4 de libra de DDT por acre, así como el toxafeno o TDE aplicados en la misma proporción, destruirán las larvas.

Represión de los adultos: Pueden destruirse económicamente los mosquitos adultos que hayan emigrado a grandes áreas, mediante rocíos de DDT aplicados con equipo de superficie o desde aeroplanos. Un rocío compuesto de una libra de polvo humedecible de DDT al 50% en 2 galones de agua, puede aplicarse a los arbustos cercanos a las habitaciones con rociadores manuales de jardín. El empleo de una solución aceitosa de DDT al 5% en rocíos muy finos, proporcionará alivio a los cosechadores de frutas y a las cuadrillas de leñadores y en áreas de recreo durante varias horas.

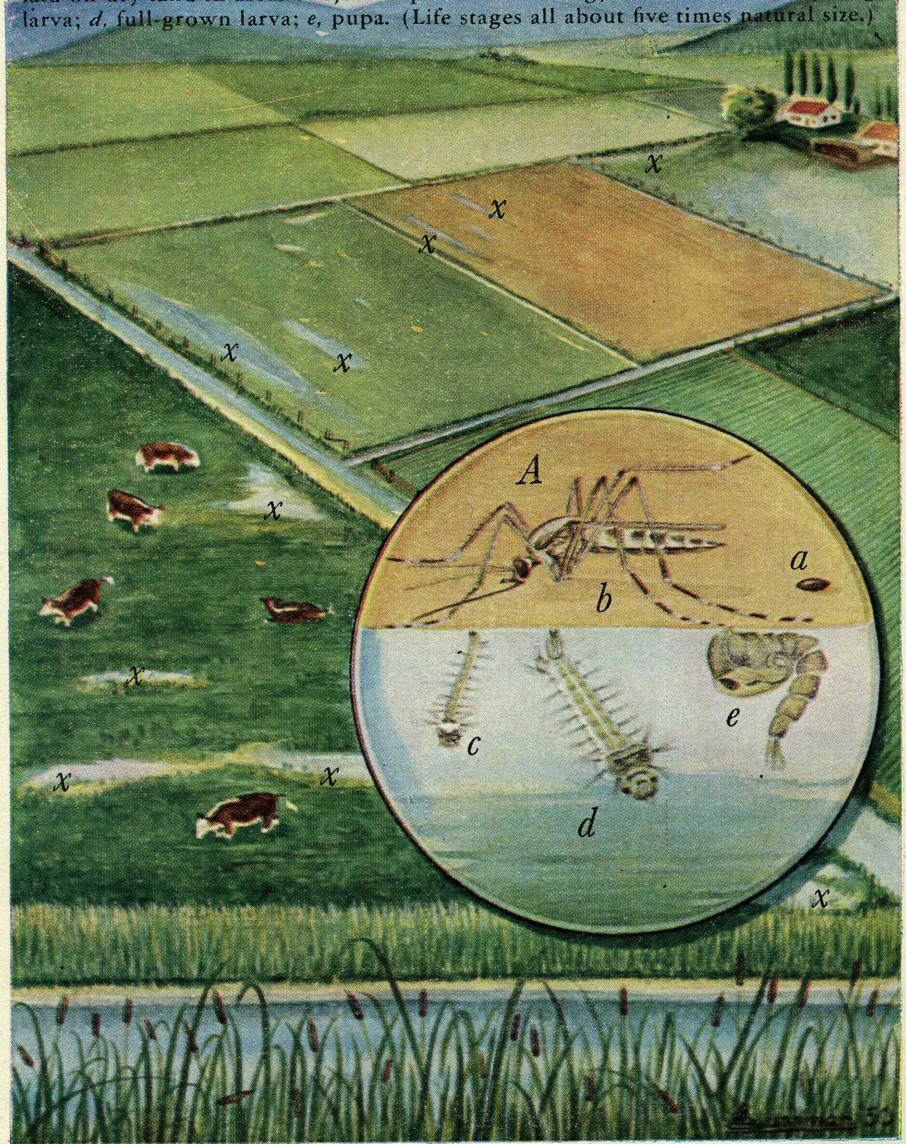
Repelentes: Las mejores sustancias para emplearse en la piel o en las ropas como repelentes de mosquitos y de otras moscas que muerden, son el phatalato y el carbato de dimetilo, el Indalone y el Rutgers 612. Estas sustancias pueden usarse aisladamente o combinarse unas con otras. Pueden usarse sin riesgo y son eficaces durante varias horas.

No se apliquen dosis excesivas de DDT, TDE o toxafeno, en aquellos lugares donde haya peces o animales. No se hagan pastar vacas lecheras en campos que hayan sido tratados, aproximadamente durante un mes después del tratamiento. Usense los repelentes con cuidado a proximidad de las telas sintéticas o cristales plásticos de reloj, ya que esas sustancias son solventes de los plásticos.

[*LAMINA XXVI*

IRRIGATION-WATER MOSQUITOES

Background shows irrigated area in which low spots in fields and pastures and seepage from ditches combine to create a mosquito problem (x). *A*, Life stages of *Aedes dorsalis*, a typical mosquito that breeds in irrigation water; *a*, egg, which is laid on dry land in areas subject to periodic flooding; *b*, adult female; *c*, young larva; *d*, full-grown larva; *e*, pupa. (Life stages all about five times natural size.)



MOSQUITOS DE LAS AGUAS DE RIEGO

El fondo muestra una área de riego en la que los sitios bajos en los campos y pastos y el escurrimiento de los canales se combinan para crear un problema de mosquitos *(x)*. *A*, etapas vitales del *Aedes dorsalis*, un mosquito típico que se reproduce en las aguas de riego; *a*, huevo que se deposita en tierra seca en áreas sujetas a inundaciones periódicas; *b*, hembra adulta; *c*, larva tierna; *d*, larva totalmente desarrollada; *e*, crisálida. (Todas las etapas vitales aproximadamente 5 veces tamaño natural.)

EL GUSANO ESPIRAL

El gusano espiral, una plaga muy destructora del ganado, es la larva de una mosca que es aproximadamente 2 a 3 veces mayor que la mosca doméstica. De los huevos depositados en las heridas del ganado y otros animales de sangre caliente, se incuban larvas que se alimentan en la carne. Las mordeduras de garrapatas y moscas producen también infestaciones, y los animales recién nacidos son susceptibles a sus ataques en la región umbilical.

Una mosca adulta deposita de 200 a 300 huevos, que incuban aproximadamente en 12 horas. Las larvas llegan a la madurez aproximadamente en 5 días, siendo entonces como de media pulgada de largo. Se juntan en las heridas con las cabezas hacia abajo (el extremo más delgado). Un ciento de larvas maduras causan una herida de un diámetro aproximado de una pulgada, con una profundidad casi igual. En las heridas infestadas se produce un exudado pajizo o sanguinolento que tiene mal olor, siendo una herida infestada más atractiva para las moscas, que una reciente, así que en unos cuantos días, varias moscas pueden haber depositado huevos que hayan incubado, y en lugar de las 200 larvas o más de la primera mosca, habrá entonces más de 1,000 larvas de todos tamaños en la herida. Si no se detienen, la alimentación de cientos o miles de larvas matará muy pronto el animal.

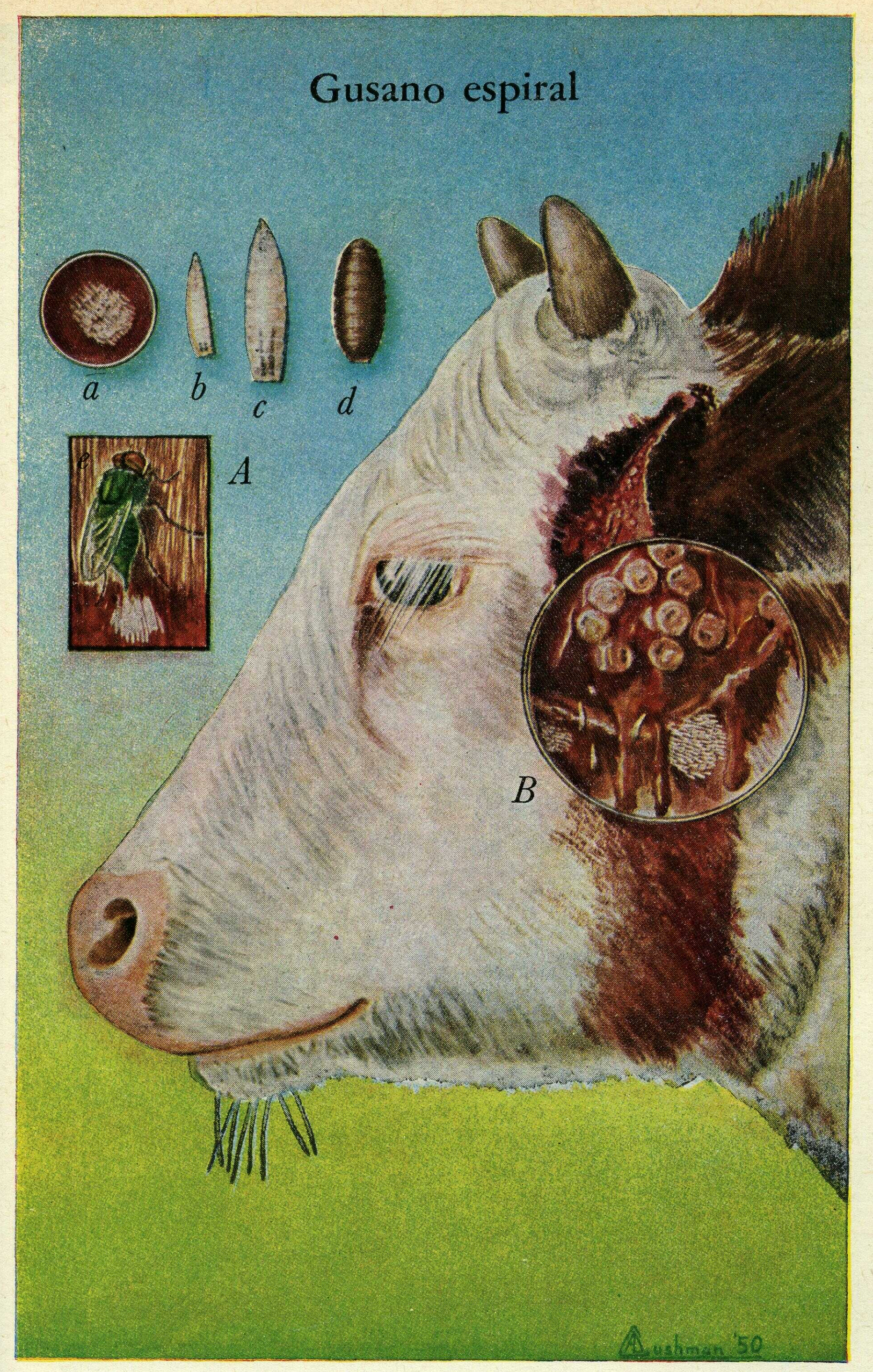
Las larvas maduras abandonan la herida, caen a la tierra, penetran en ella y se transforman en la etapa de reposo o de crisálida. Las moscas salen de las crisálidas en 30 días, dependiendo de la temperatura. Las moscas adultas se acoplan unos cuantos días después de que salen, y las hembras buscan un animal que tenga alguna herida, para repetir el ciclo vital.

El gusano espiral puede sobrevivir a los inviernos sólo en la parte sur de Texas, Florida o California, y en primavera se propaga hacia el Norte. Los adultos pueden volar muy bien y son capaces de avanzar de 25 a 35 millas por semana, lo que hace que ordinariamente antes de las heladas, la plaga se extienda en partes de Texas, Oklahoma, Arizona, New Mexico, California, Florida, Georgia y Alabama. A menudo el insecto se propaga a otras partes del país, en los envíos de ganado infestado, y si esto sucede en primavera, la plaga puede llegar a proporciones de brote antes del otoño.

Represión: Un animal necesita tener alguna herida antes de que sea susceptible a los ataques del gusano espiral. Toda medida que disminuya el número de heridas en los animales, disminuirá, por lo tanto, el número de casos de gusanos espirales. Manéjense los animales con cuidado en todo tiempo, y adóptense medidas que disminuyan las probabilidades de causar heridas accidentales. Si es posible, evítense las operaciones quirúrgicas durante las estaciones de gusanos espirales y reprímanse las garrapatas y las moscas.

Examínese cuidadosamente el ganado dos veces a la semana. Trátense prontamente todas las heridas, ya sea infestadas o no, con un buen remedio contra los gusanos espirales, siendo el EQ-335, que contiene lindano y aceite de pino, uno de los mejores. Si las heridas están infestadas, úsese el EQ-335 para destruir las larvas, y hágase que los animales queden disponibles para volverlos a tratar por lo menos una vez cada semana, hasta que cicatricen las heridas. Se han empleado también con éxito durante muchos años, otros remedios contra los gusanos espirales, tales como el Smear 62 y otras preparaciones semejantes que contienen difenilamina y benzol.

[LAMINA XXVII



A, grupo que muestra la historia vital: *a*, masa de huevos; *b*, larva tierna; *c*, larva madura; *d*, crisálida; *e*, mosca hembra adulta poniendo huevos; *B*, parte de una herida infestada, mostrando las masas de huevos, larvas muy pequeñas, y las extremidades posteriores de las larvas maduras. (Todos aproximadamente 2 veces tamaño natural.)

PLAGAS DE LAS TELAS

Varias clases de polillas de las ropas y escarabajos de alfombras dañan las ropas, cobertores, alfombras y muebles. Se alimentan en los artículos que contienen lana, pelo de camello, plumas, plumón, pelo o piel. El escarabajo negro de alfombra puede vivir también de los productos de cereales y otra materia orgánica.

Los escarabajos de alfombra o mariposas búfalo son más comunes que las polillas de la ropa en algunas localidades. Gran parte de los daños atribuidos a las polillas de las ropas se deben en realidad a los escarabajos de alfombra.

Sólo las larvas o etapas prematuras de las plagas de las telas se alimentan en ellas y las dañan. Los adultos pueden volar e ir a otros lugares a poner huevos, iniciando nuevas infestaciones. En las casas y edificios que tienen calefacción, los insectos continúan desarrollándose y alimentándose durante todo el año. El escarabajo negro de alfombra produce ordinariamente una generación al año. Los otros escarabajos de alfombra pueden tener 2 ó 3 generaciones al año y en las casas ocurren ordinariamente de 2 a 4 generaciones de polillas de la ropa cada año.

Represión: La represión de las plagas de las telas debe dirigirse en tres sentidos diferentes:

Una limpieza absoluta y buenas prácticas domésticas. La destrucción de los insectos en las casas, y la protección de los artículos susceptibles a sus daños.

Buenas prácticas domésticas. Las plagas de las telas, especialmente los escarabajos de alfombra, pueden vivir en las pelusas y otros materiales que se juntan en los rincones, hendiduras del suelo, detrás de los lambrines, en los desvanes, anaqueles de armarios, cajones de cómodas, o detrás de los radiadores. Una limpieza completa para remover hasta donde sea posible esos posibles suministros de alimento, ayuda a reprimir los insectos y también desaloja o remueve muchos de ellos.

Destrucción de las plagas de las telas. Debe aplicarse un rocío que contenga 2% de clordano o 1/2% de lindano en aquellos lugares en donde puedan vivir las plagas de las telas en las casas. Pueden aplicarse los rocíos con un rociador doméstico ordinario, o con rociadores de superficie que funcionen bajo el mismo principio que los aplicadores de aerosoles. Esas aspersiones ayudan a destruir las infestaciones existentes que pudieran propagarse a las ropas, alfombras, muebles u otros artículos susceptibles. Los rocíos, sin embargo, no deben aplicarse en esos artículos.

Los verdaderos rocíos de aerosoles que no tienen valor en los tratamientos antes mencionados, se destinan a dejar escapar insecticidas en la atmósfera y pueden usarse para hacer aspersiones a intervalos frecuentes en los armarios para matar las polillas adultas que anden volando en ellos. Ese tratamiento, sin embargo, no tiene efectos duraderos y debe suplementarse con otros métodos de represión o protección.

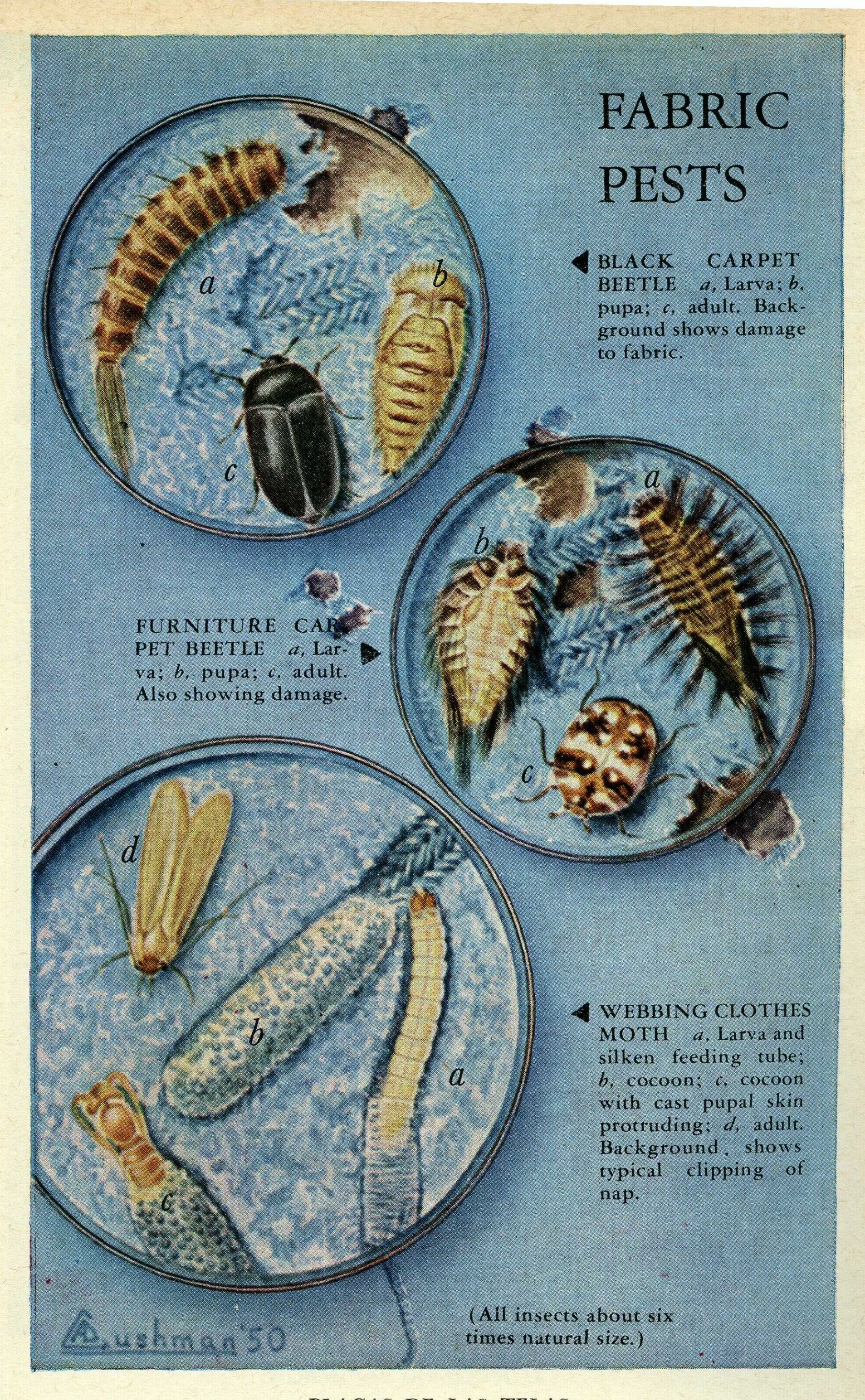
Los escarabajos de alfombra son más difíciles de reprimir que las polillas de las ropas, porque se mueven más, tienden a estar distribuidos en forma más general en las casas y son más resistentes a la mayoría de los insecticidas. Por lo tanto, las medidas de represión tienen que aplicarse más cuidadosamente y en forma más extensa contra ellos.

Protección contra daños. Las ropas de lana, cobertores, alfombras, cortinas y cojines de muebles, pueden protegerse de varios modos contra los ataques de las plagas de las telas. Las soluciones de 5% de DDT o metoxiclor en algún aceite refinado, son eficaces para volver esos artículos a prueba de polillas. Esos insecticidas pueden obtenerse también en rociadores de presión semejantes a los aplicadores de aerosoles y un buen número de soluciones comerciales contra las polillas contienen algunos de los sílico-fluoruros.

Los artículos que tengan que guardarse durante toda una estación, o por más tiempo, pueden colocarse en armarios herméticos, bolsas para ropa, cofres o cajas que contengan cristales de paradiclorobenzol o escamas de naftalina. Una libra de cristales o escamas es suficiente para un cofre. Usese una libra por cada 100 pies cúbicos de espacio en un armario. Los espacios de almacenaje deben ser lo suficientemente herméticos para retener los gases formados por la lenta evaporación de los cristales, ya que el simple olor no da ninguna protección. Los gases deben producir una concentración que sea lo suficientemente alta para matar los insectos. Pueden también protegerse los artículos colocándolos en cofres de cedro o en almacenajes comerciales en los que se emplean fumigaciones, almacenajes en frío o una combinación de ambos.

La limpieza en seco mata todas las etapas de los insectos de las telas, pero no protege contra reinfestaciones. Sin embargo, muchos establecimientos de limpieza ofrecen servicios de protección contra las polillas. El frecuente asoleado y un cepillado cuidadoso son también eficaces para limpiar los artículos de cualquier infestación. La frecuente y completa limpieza al vacío, ayuda también a evitar daños en las alfombras, siendo muy conveniente aplicar una solución contra las polillas en todos aquellos lugares que sean difíciles de limpiar.

[*LAMINA XXVIII*



PLAGAS DE LAS TELAS

Arriba: ESCARABAJO NEGRO DE ALFOMBRA. *a*, larva; *b*, crisálida; *c*, adulto. El fondo muestra los daños a las telas. En medio: ESCARABAJO DE ALFOMBRA DE LOS MUEBLES. *a*, larva; *b*, crisálida; *c*, adulto. Se muestran también los daños. Abajo: POLILLA DE LOS TEJIDOS. *a*, larva y tubos sedosos de alimentación; *b*, crisálida; *c*, crisálida en la que sobresale la cubierta desechada; *d*, adulto. El fondo muestra el típico cortado del pelo. (Todos los insectos aproximadamente 6 veces tamaño natural.)

HORMIGAS DOMESTICAS

Las hormigas domésticas son plagas comunes en las casas, restaurantes, hoteles, almacenes, panaderías y muchos otros lugares. No se sabe que transmitan enfermedades, pero son muy molestas y a menudo penetran en los alimentos.

Las colonias comprenden reinas, insectos tiernos y obreras, y viven dentro de las divisiones, detrás de los lambrines o debajo de los pisos. Puede haber varias colonias esparcidas que se cambian con facilidad de un lugar a otro. Puede descubrirse repentinamente un nido en el cajón de una cómoda o entre las sábanas limpias en un armario.

A veces no son los alimentos los que atraen a estas hormigas, sino que buscan fuentes de agua en las cocinas o cuartos de baño. Pueden errar aisladamente y sin objeto aparente, o en pequeños grupos, o puede haber una columna ininterrumpida de ellas desde las fuentes de alimentos o agua, al lugar de donde salen de los muros y que puede ser alrededor de una ventana o contramarco de puerta, detrás de un lambrín o gabinete de cocina o alrededor de las tuberías o contactos de corriente eléctrica.

Las hormigas pueden también invadir desde fuera las casas. Penetran a través de las hendiduras de los cimientos o sótanos y de los pisos al nivel del suelo, alrededor de los pórticos y chimeneas, y a través de las puertas y ventanas.

A intervalos, las colonias de hormigas producen enjambres de formas aladas que vuelan para establecer nuevas colonias. Las hormigas voladoras de las colonias de los cimientos pueden penetrar accidentalmente al interior de las casas, pero esos vuelos sólo durarán un día o unos cuantos días como máximo. Las reinas y obreras sin alas permanecen en el sitio original de la colonia.

Represión: Un rocío de clordano al 2% es eficaz contra las hormigas domésticas y debe aplicarse en las hendiduras o aberturas de donde las hormigas penetran a las habitaciones. Debe rcciarse también el área circundante, a fin de que las hormigas tengan que pasar sobre los depósitos de insecticidas cuando salen. Esos depósitos conservan su eficacia durante varias semanas.

Las hormigas domésticas no siempre son fáciles de reprimir, especialmente cuando son muy numerosas o cuando ocurren varias colonias. Pueden destruir una o más colonias pequeñas, quedando otras o produciéndose otras nuevas. Esto sucede a menudo en las casas de apartamientos en filas, y en esos casos se obtendrán mejores resultados si varios vecinos atacan conjuntamente el problema.

No se aplique el insecticida a las mesas, gabinetes de cocina u otros lugares donde puedan contaminarse los alimentos. Si las hormigas son muy molestas en esos sitios, aplíquese el insecticida a las aberturas de los muros o pisos de los cuartos en donde queden en contacto con él.

Se encuentran en el comercio cebos envenenados para hormigas, ya sea en forma de jarabes o jaleas, y a veces son eficaces, pero deben conservarse en sitios a donde los niños o los animales domésticos no puedan alcanzarlos. A veces puede pasar mucho tiempo sin que las hormigas presten atención a un cebo o pueden no sentirse atraídas a algún cebo especial que se les ofrezca.

[LAMINA XXIX



A, Life stages (greatly enlarged): *a*, eggs; *b*, larva; *c*, pupa; *d*, adult worker; *e*, winged queen; *f*, queen after shedding wings. *B*, Section of wall cut away to show nest inside. *g*, Point where ants are entering the room through a crack in the plaster.

HORMIGAS DOMESTICAS

A, etapas vitales (considerablemente aumentadas): *a*, huevos; *b*, larva; *c*, crisálida; *d*, obrera adulta; *e*, reina alada; *f*, reina después de despojarse de sus alas. *B*, sección de muro cortada para mostrar el nido que se encuentra en su interior; *g*, punto por donde las hormigas entran a la habitación a través de una hendidura del yeso.

PLAGAS DE LAS DESPENSAS

Varias clases de insectos penetran en los productos alimenticios secos que se guar en las cocinas, y entre ellos se encuentran los gorgojos, los escarabajos de los granos y de harina, y las larvas de las mariposas de las masas y harinas. Estas plagas de las despe son las mismas clases de insectos comunes en todo el país que atacan los granos a cenados en las granjas y elevadores, y los productos alimenticios en los molinos, plan tas de productos comestibles, bodegas, furgones de ferrocarril y almacenes al menudeo, y que causan enormes pérdidas.

Los adultos de la mayoría de ellos pueden penetrar volando en las casas e iniciar infestaciones, o los insectos o sus huevos o larvas pueden quedar en contacto con los alimentos secos que se infestan porque un paquete queda mal sellado o se rompe y se propagan de un recipiente a otro en los anaqueles de las despensas.

Represión: Pueden reprimirse fácilmente las infestaciones de las casas si se toman las medidas siguientes:

Limpieza de los anaqueles. Los cereales y otros alimentos secos pueden derramarse o escaparse algunas partículas de los paquetes. Las plagas de las despensas pueden vivir de los alimentos esparcidos en los anaqueles o que se alojan en los rincones o hendiduras. Límpiense los anaqueles y restriéguense con agua caliente y un buen limpiador.

Aspersiones con DDT. Después de que se sequen los anaqueles, y antes de volver a colocar los comestibles, rocíense con una solución de DDT al 5% en las superficies interiores de las alacenas o gabinetes. Los pequeños cristales de DDT que quedan después de que se seca el rocío, conservarán su eficacia durante varios meses. Los insectos que pasen sobre esos cristales, morirán antes de que tengan oportunidad de poner huevos e iniciar nuevas infestaciones. Espérese a que el rocío se seque, antes de volver a colocar los paquetes en los anaqueles. Los depósitos secos de DDT no dañarán los comestibles dentro de los paquetes.

Inspección de los paquetes de productos alimenticios. Mientras se seca el rocío, examínense cuidadosamente todos los paquetes de comestibles. Pueden encontrarse insectos en la harina, mezclas, cereales, galletas, cereales para el almuerzo, macarrones, spaghetti y tallarines. Algunos escarabajos se reproducen en gran número en el polvo de chile, pimiento rojo, paprika y otras especies. No se pasen por alto artículos tales como nueces, chocolate, cocoa, alimentos deshidratados, frutas secas, mezclas secas para sopas, galletas para perros, y semillas para pájaros. Las larvas de las mariposas de las mezclas y de la harina, dejan telarañas en los productos en los que se alimentan y la harina o mezclas se pegan a esas telarañas, siendo fácil descubrir una infestación por las masas filamentosas de esas sustancias.

Destrúyanse los productos seriamente infestados o aliméntese con ellos a los pájaros, animales domésticos, aves de corral o ganado. El alimento no se perjudica sólo porque uno o dos escarabajos hayan penetrado en él. Unos cuantos escarabajos o larvas en la harina, por ejemplo, pueden removerse con un cernidor fino. Esterilícense los comestibles que no se usen inmediatamente y guárdense en recipientes herméticos.

Esterilización con calor. La mayoría de los productos comestibles secos pueden quedar exentos de insectos si se calientan en un horno a 140° F., aproximadamente durante media hora. Pueden calentarse los paquetes pequeños tal como se encuentran. Los contenidos de los paquetes grandes deben vaciarse en moldes o charolas extendidas, o en hojas para hornear, a fin de que el calor pueda penetrar más fácilmente en ellos. Si hay insectos o sus huevos en los comestibles, continuarán desarrollándose aun en recipientes herméticos. Si hay duda de que algún producto esté infestado, sométasele al tratamiento con calor.

Conservación de comestibles en recipientes herméticos. Consérvense los comestibles esterilizados o libres de insectos en recipientes limpios de metal o de vidrio que tengan tapas herméticas, siendo muy adecuados para ello las latas de manteca, las jarras de fruta o los frascos de café pulverizado. Si un recipiente ha contenido anteriormente alimentos infestados, caliéntese, ya sea en agua hirviendo o en el horno. Usese completamente el contenido de un paquete antes de abrir otro, y guárdense las porciones no usadas de un paquete recién abierto en un recipiente con tapa hermética para evitar la entrada de los insectos.

[*LAMINA XXX*



PLAGAS DE LAS DESPENSAS

Arriba izquierda: ESCARABAJO DE CIGARRILLO. Arriba derecha: FALSO ESCARABAJO DE LA HARINA. Centro: MARIPOSA INDIA DE LAS MEZCLAS. Abajo izquierda: GORGOJO DEL ARROZ. Abajo derecha: ESCARABAJO DE DIENTES DE SIERRA DE LOS GRANOS. En el grupo anterior de ilustraciones, los adultos se designan con *a*, las crisálidas con *b*, y las larvas con *c*. (Todos están considerablemente aumentados.)

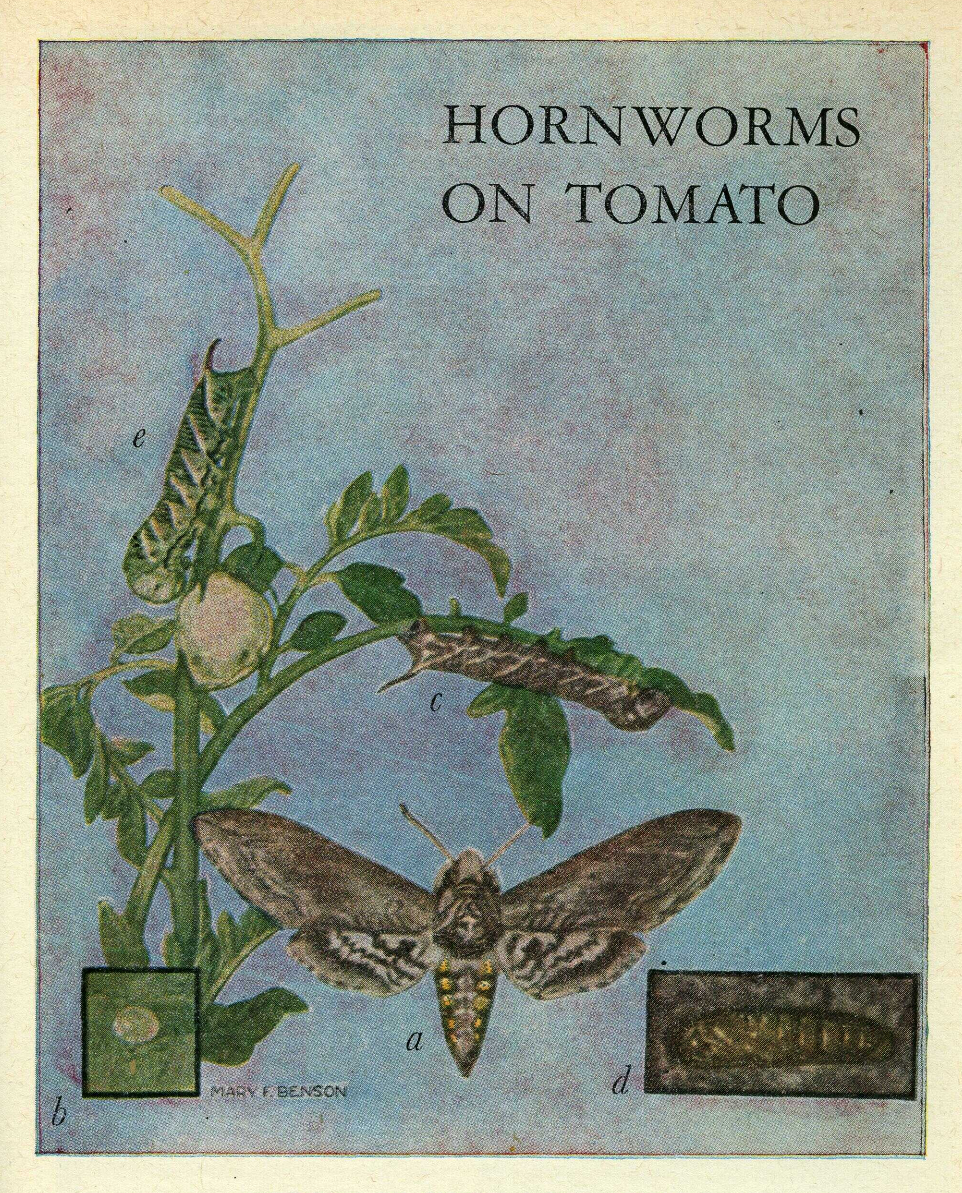
GUSANOS DE CUERNOS DEL TOMATE

Las mariposas de los gusanos de cuernos del tomate, que se alimentan en esa legumbre, depositan sus huevos en la parte inferior de las hojas, y éstos incuban en 6 a 8 días más o menos.

Las larvas que resultan se alimentan en las hojas y a veces en los frutos. La larva pasa a través de 5 ó 6 etapas y alcanza su crecimiento total en 3 ó 4 semanas. La larva totalmente desarrollada penetra entonces varias pulgadas en la tierra y se transforma en crisálida. La crisálida puede permanecer en la tierra todo el invierno y transformarse en la etapa de mariposa en la primavera, o si las condiciones de clima son favorables, la mariposa puede salir de la crisálida después de 2 a 4 semanas. En cualquier caso, la mariposa sale a la superficie de la tierra y deposita sus huevos en las plantas de tomate para la siguiente progenie de gusanos de cuernos.

Represión: Remuévanse a mano los gusanos de cuernos de las plantas infestadas en los jardines. Espolvoréense los plantíos de campo con TDE al 10% o con una mezcla de partes iguales de arseniato de calcio y cal hidratada. Los polvos deben aplicarse directamente a todas las partes de las plantas a razón de 30 libras por acre. Los tratamientos deben iniciarse temprano en la estación y repetirse a intervalos de una semana o 10 días, hasta que los primeros frutos que se formen en las plantas hayan crecido a la mitad de su tamaño normal. El TDE y el arseniato de calcio pueden dejar un residuo venenoso en los frutos, que debe removerse lavándolos antes de que esos frutos se envíen al mercado o se coman.

[*LAMINA XXXI*



GUSANOS DE CUERNOS DEL TOMATE

a, mariposa del gusano de cuernos del tomate (o adulto), con las alas extendidas; *b,* huevo; *c,* larva, forma oscura; *d,* crisálida (o etapa de reposo); *e,* larva del gusano de cuernos del tabaco, forma pálida. (*a,* aproximadamente tres cuartos de su tamaño natural; *b,* aproximadamente cuatro veces tamaño natural; *c, d,* y *e,* aproximadamente a la mitad de su tamaño natural.)

ESCARABAJO MEXICANO DE LA JUDIA

Los escarabajos mexicanos de la judía, pasan el invierno en la etapa adulta, o de escarabajo, ordinariamente en lugares boscosos cercanos a los campos de judías. Abandonan sus cuarteles de invierno en primavera y los escarabajos hembras depositan sus huevos en la parte inferior de las hojas de las judías. Esos huevos incuban en 5 a 14 días y se convierten en larvas que se alimentan principalmente en la parte inferior de las hojas de las judías. Las larvas crecen rápidamente, pasando a través de 4 etapas, siendo cada una de ellas mayor que la precedente. Alcanzan su crecimiento total en 20 a 35 días. La larva totalmente crecida se adhiere a la superficie inferior de la hoja en que se ha estado alimentando o a alguna otra planta u objeto cercano y se transforma en crisálida o etapa inactiva. Después de 10 días, más o menos, el escarabajo adulto sale de la crisálida y en 2 semanas más, el escarabajo puede comenzar a poner los huevos de otra progenie.

Represión: Rocíense o espolvoréense las plantas con derris o cuba o criolita. Cualquiera de los siguientes insecticidas aplicados a las judías en tal forma que *cubran completamente la parte inferior de las hojas,* protegerá las plantas. (Las aspersiones han dado mejores resultados que los polvos).

Para preparar un rocío con derris o cuba, úsense raíces finamente pulverizadas de derris o cuba (con un contenido de 4% de rotenona, a razón de 1/2 onza (3 cucharadas rasadas) para un galón de agua o 1-1/2 libras para 50 galones.

Para preparar un rocío de criolita, úsese 1 onza (3 cucharadas rasadas), de criolita para 1 galón de agua o 3 libras para 50 galones.

Para preparar polvos de derris o cuba que contengan 0.5% de rotenona, úsense 10 onzas de raíces de derris o cuba finamente pulverizadas (con un contenido de 4% de rotenona), para 4 libras 6 onzas, de diluyente (talco finamente pulverizado, arcilla, azufre, tabaco, yeso, u otros polvos, a excepción de cal), o 12-1/2 libras para 87-1/2 libras del diluyente.

Para preparar polvos de criolita, úsense 3 libras de la sustancia por cada 2 libras de diluyente (talco finamente pulverizado o azufre), o 60 libras de criolita para 40 libras del diluyente. No debe aplicarse la criolita a las judías, después de que comienzan a formarse las vainas.

La primera aplicación de insecticidas (rocíos o polvos), debe hacerse cuando se encuentren en el campo los escarabajos mexicanos de la judía, si los huevos se vuelven demasiado abundantes en la parte inferior de las hojas. Repítase el tratamiento cada semana, o 10 días, si los insectos son muy numerosos.

[*LAMINA XXXII*



A, esqueletos de hojas causados por la alimentación del escarabajo de la judía; *a*, montón de huevos; *b*, larva; *c*, crisálida con la cubierta de larva todavía adherida; *d*, adulto. (Todos aproximadamente al doble de su tamaño natural.)

ESCARABAJO DE COLORADO DE LA PAPA

Los huevos del escarabajo de Colorado de la papa se depositan en montones en el lado inferior de las hojas. Los huevos incuban en 4 a 9 días, y las larvas o babosas se alimentan en la planta. La larva crece rápidamente, pasando a través de 4 etapas de aspecto semejante, excepto que cada una de ellas es mayor que la precedente. Alcanza su crecimiento total en 10 a 21 días después de incubar, penetrando entonces en la tierra, en donde se transforma en crisálida o etapa de reposo. Después de 5 a 10 días, el escarabajo adulto sale de la crisálida, se abre paso a través de la tierra y después de alimentarse en las plantas durante unos cuantos días, puede comenzar a depositar los huevos de otra progenie de larvas.

Represión: Espolvoréese completamente el follaje con un polvo de DDT al 3%. Los rocíos son también eficaces si se aplican con un buen rociador que arroje una pulverización fina. Usense 3 cucharadas rasadas de polvo humedecible de DDT al 50% para cada galón de agua, o 2 cucharaditas rasadas de emulsión concentrada de DDT al 25%. Para hacer 100 galones de rocío, úsense 3 libras de polvo humedecible al 50%, o 2 libras de la emulsión concentrada de DDT al 25%. Si se emplean los rocíos para represión de enfermedades, cualquiera de estas dos preparaciones de DDT puede añadirse a los rocíos fungicidas en vez de añadirse al agua, aplicándose ambas sustancias en una sola operación.

Comiéncense las aspersiones o los espolvoreados cuando aparezcan por primera vez los escarabajos. Usense los rocíos o polvos contra las babosas cuando los huevos estén incubando y repítase el tratamiento tan a menudo como sea necesario.

[*LAMINA XXXIII*



ESCARABAJO DE COLORADO DE LA PAPA

a, escarabajo adulto; *b,* huevos; *c,* larvas o babosas; *d,* crisálida o etapa de reposo. (*a, c,* y *d,* aproximadamente natural. *b,* aproximadamente al doble del tamaño natural.)

ESCARABAJO ARLEQUIN

El escarabajo arlequín, conocido también como escarabajo de fuego, de la col rizada, o escarabajo calicó, es una plaga de los huertos de legumbres en el Sur. Sus plantas alimenticias favoritas, son las diversas cosechas de coles, tales como brécol, repollo, nabo, rábano picante y col rizada.

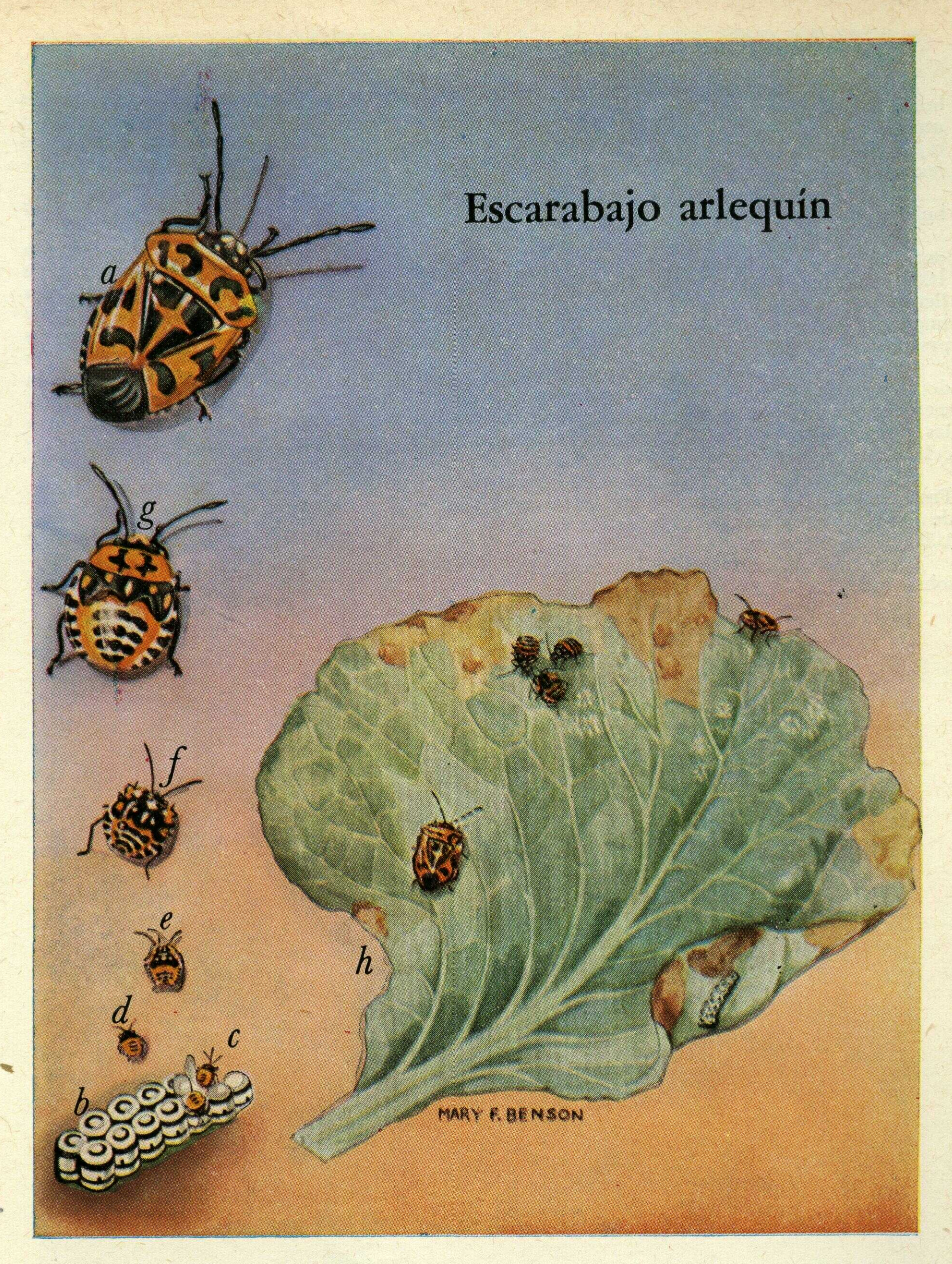
Los escarabajos abandonan sus cuarteles de invierno a principios de la primavera, e invaden los campos, poniendo sus huevos en el lado inferior de las hojas, los que incuban de 4 a 15 días más tarde. Los insectos tiernos o crisálidas, se alimentan succionando la savia de las hojas y tallos, y pronto aparecen manchas blancas o amarillentas en donde se alimentan los insectos. Cuando éstos son muy abundantes, las plantas pueden marchitarse y morir rápidamente. Los escarabajos alcanzan su tamaño normal 6 a 8 semanas después de haber incubado, pudiendo iniciarse otra progenie 2 ó 3 semanas después de que la primera ha llegado a la madurez.

Represión: Practíquense buenos métodos de cultivo durante toda la estación. Entiérrense con arados de disco o de reja todos los tallos y otros desechos tan pronto como se haya recolectado la cosecha.

La represión por medio de insecticidas no es completamente eficaz contra los escarabajos maduros o casi adultos. Los polvos o rocíos que contengan cebadilla, rotenona o piretro, reprimirán los insectos en sus primeras etapas.

Para espolvorear, úsense polvos que contengan de 10 a 20% de polvo de semilla de cebadilla, 1% de rotenona o 0.3% de piretrinas. Aplíquense aproximadamente a razón de 30 libras por acre o 1 ó 2 libras para cada 50 pies de surco. Iníciense los espolvoreados o rocíos tan pronto como aparezcan los escarabajos y repítanse cada semana si fuere necesario. A menudo se pueden controlar las plagas si se remueven a mano los escarabajos adultos cuando aparecen por primera vez en las áreas de huertos. El dejar caer los escarabajos conforme se remueven de las plantas en un recipiente parcialmente lleno con agua jabonosa, es una forma conveniente de destruirlos.

[*LAMINA XXXIV*



a, adulto; *b,* huevo; *c,* a *g,* insectos tiernos o crisálidas; *h,* hoja de repollo dañada con crisálidas, escarabajo adulto y huevo. *(a, c* y *g,* aproximadamente 3 veces tamaño natural; *b,* aproximadamente 4 veces tamaño natural; *h,* aproximadamente tamaño natural.)

SUCCIONADORES DE LOS GLADIOLOS

Los succionadores de los gladiolos pasan el invierno y pueden reproducirse en los bulbos de gladiolos almacenados. Durante la estación de crecimiento, los adultos y larvas atacan el follaje y flores de las plantas en desarrollo y los huevos se insertan dentro del tejido de las plantas. En verano puede completarse una generación de los succionadores en 2 semanas.

Pueden reprimirse también los succionadores de los gladiolos aplicando DDT a los bulbos almacenados o a las plantas en desarrollo.

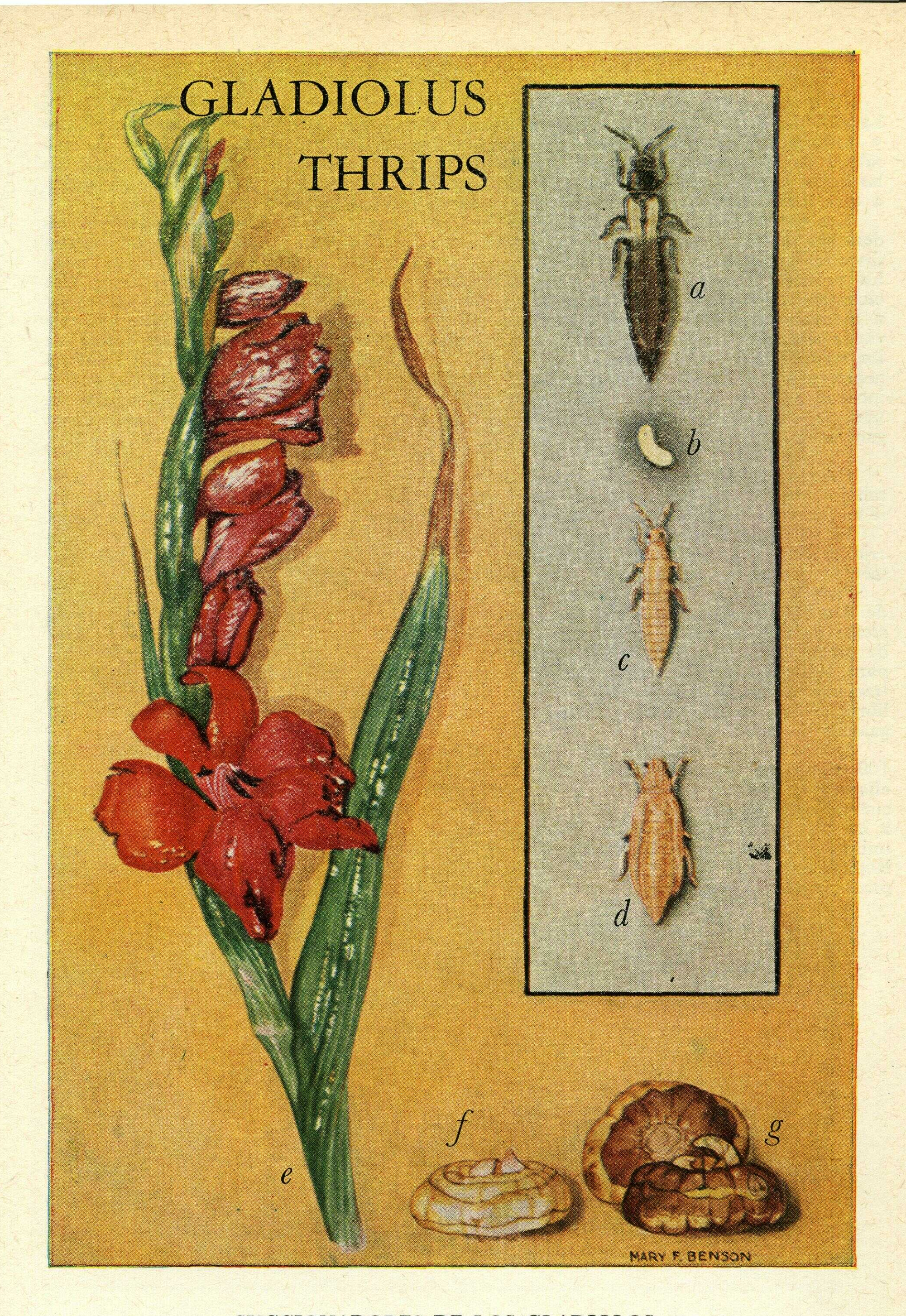
Usese una solución de polvo de DDT al 5% en los bulbos en reposo. Aplíquese una onza de polvo por cada bushel de bulbos en las charolas o una cucharadita para cada 100 bulbos en bolsas de papel. Aplíquese el polvo con un rociador sobre las charolas llenas, tan pronto como se recolecten los bulbos o después de que se limpien. Es muy importante destruir los succionadores antes de que penetren debajo de las escamas protectoras.

Vigílense las plantas en desarrollo para descubrir cualquier síntoma de alimentación de los succionadores. Si se observan esos síntomas, rocíense o espolvoréense inmediatamente con DDT y continúense las aplicaciones a intervalos semanales hasta que aparezcan las flores. Si se tratan las plantas infestadas hasta que florezcan, no hay manera de evitar que se desfiguren las flores.

Aplíquense los rocíos en forma de finas pulverizaciones y evítese todo escurrimiento. Para rociar unas cuantas plantas, úsese una onza o 6 cucharadas de polvo humedecible de DDT al 50% para 3 galones de agua. Para mayores cantidades, úsense 2 libras para 100 galones de agua.

Si se usa un polvo, debe contener 5% de DDT. Aplíquese ligera y uniformemente sobre toda la planta.

[*LAMINA XXXV*



SUCCIONADORES DE LOS GLADIOLOS

a, succionador adulto; *b,* huevo; *c,* larva; *d,* crisálida o etapa de reposo; *e,* follaje y tallo floral mostrando los típicos daños causados por la alimentación; *f,* bulbo sano de gladiolo; *g,* bulbo dañado por la alimentación de los succionadores, mostrando el típico aspecto bermejo. (*a, b, c* y *d,* aproximadamente 20 veces tamaño natural; *e, f* y *g,* aproximadamente a la mitad del tamaño natural.)

ESCARABAJO RAYADO DEL PEPINO

El escarabajo rayado del pepino es muy familiar y perjudicial en los huertos de los Estados del Este y del Centro. Los escarabajos invaden los plantíos de pepinos, calabazas y melones casi en una sola noche y pueden destruir los pequeños brotes antes de que salgan de la tierra. Circundan los tallos de las plantas más viejas y devoran parte de las hojas, transmitiendo también las enfermedades bacterianas y los mosaicos de una planta a otra. Las larvas viven en las raíces y reducen la vitalidad de las plantas.

Los escarabajos adultos pasan el invierno en áreas no cultivadas, protegidos por los desechos de plantas. En primavera se vuelven activos, alimentándose en algunas plantas silvestres aproximadamente en la época en que florecen los manzanos. Tan pronto como los primeros brotes de melón, pepino, cidracayote o calabaza salen de la tierra, los escarabajos los atacan, alimentándose primero en los tallos y cotiledones y destruyendo a menudo las plantas. Puede haber un influjo de escarabajos en los campos durante varias semanas, y a medida que crecen las plantas, los escarabajos se juntan debajo de los sarmientos y se alimentan en las superficies inferiores de las plantas. Las hembras penetran a las hendiduras de la tierra y depositan sus huevos, y las larvas tiernas que se incuban en ellos se alimentan en las raíces de las plantas aproximadamente durante un mes, se transforman en crisálidas en la tierra y salen como adultos de la siguiente generación.

Represión: Hay varios insecticidas que son eficaces si se aplican a tiempo a los escarabajos, recomendándose especialmente el derris, la cuba y la criolita, que pueden aplicarse en forma de polvos o rocíos para evitar que las plantas se infesten con el marchitamiento.

El polvo de derris o cuba debe contener de 0.75 a 1% de rotenona. El polvo de criolita debe contener de 40 a 50% de fluoaluminato de sodio y se obtienen ordinariamente en esas concentraciones de los distribuidores locales.

Pueden prepararse rocíos con los polvos no diluidos de derris o de cuba que contengan de 3 a 5% de rotenona o con un extracto que contenga rotenona. Usese el polvo suficiente para hacer un rocío que contenga 0.02 de rotenona, lo que requiere 5-1/2 libras de un polvo que contenga 3% de rotenona (o 4 libras de un polvo que contenga 4%), para 100 galones de agua. Usense los extractos que contengan rotenona a las concentraciones recomendadas por los fabricantes. Para preparar un rocío de criolita úsense 5 libras de criolita que contenga 90% de fluoaluminato de sodio o su equivalente en 100 galones de agua.

Aplíquense los polvos a razón de 15 a 30 libras por acre y los rocíos a razón de 75 a 100 galones por acre, dependiendo la proporción del tamaño de las plantas. Para que sean eficaces las aplicaciones, tienen que ser oportunas, completas y frecuentes. Ténganse en cuenta los siguientes puntos: Protéjanse los brotes tiernos. Aplíquense los polvos o rocíos a las plantas tan pronto como aparezcan los escarabajos. Aplíquese una capa ligera y uniforme a toda la planta, especialmente en los puntos en que los tallos salen de la tierra. Repítanse las aplicaciones después de las lluvias y tan a menudo como sea necesario para conservar las plantas libres de escarabajos.

[*LAMINA XXXVI*



a, escarabajo adulto; *b,* tallo subterráneo del brote del pepino cortado para mostrar la larva o "gusano" alimentándose en su interior; *c,* plantas pequeñas de pepino mostrando los daños característicos producidos por la alimentación de los adultos en las hojas y tallos. (*a,* aproximadamente 7 veces tamaño natural; *b,* aproximadamente al doble del tamaño natural; *c,* aproximadamente tres cuartos del tamaño natural.)

SALTAMONTES DE LA HOJA DE LA PAPA

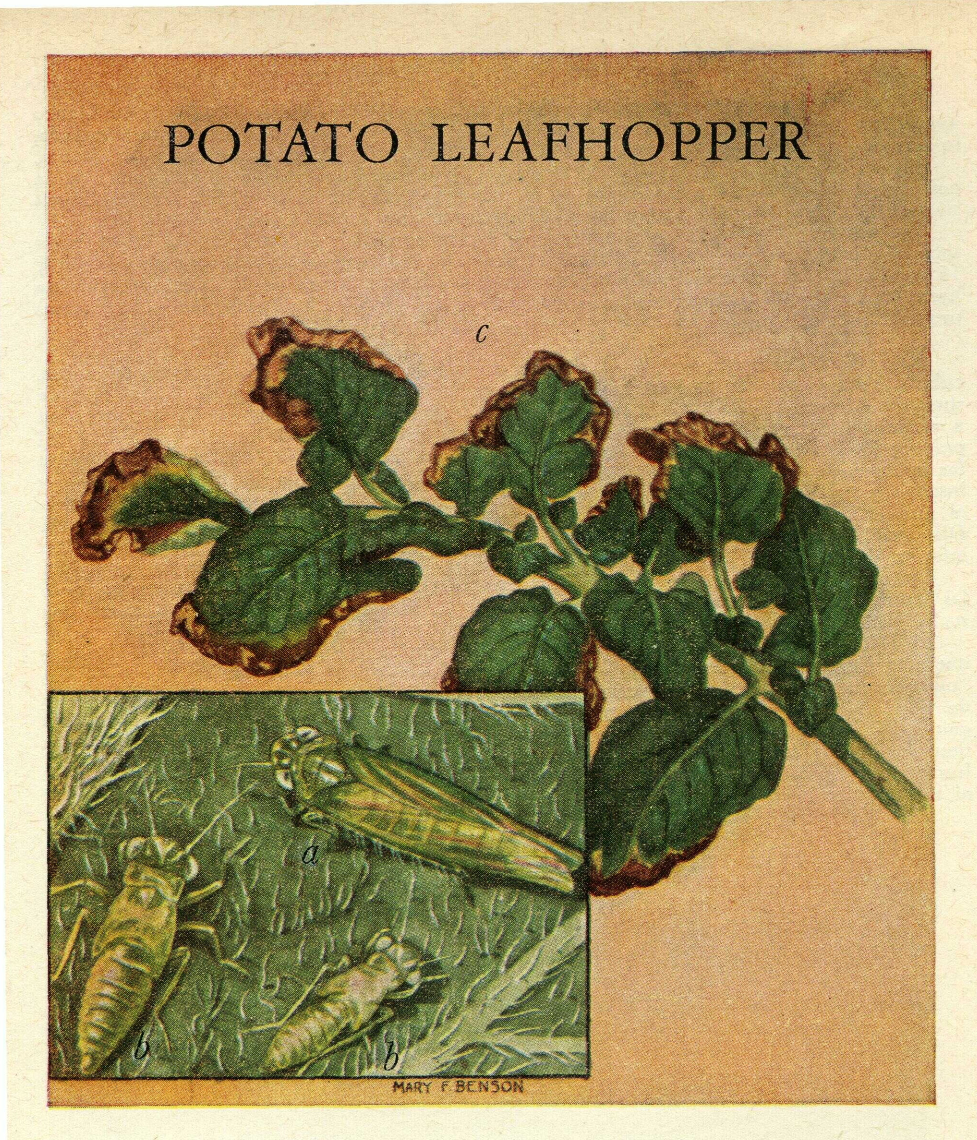
El saltamontes de la hoja de la papa causa daños a las papas, judías y muchas otras plantas en los Estados del Este. Las formas tiernas y adultas se alimentan en la superficie inferior de las hojas, succionando los jugos de las plantas. Los adultos vuelan cuando se les molesta y las pequeñas crisálidas buscan un refugio moviéndose de lado. Este saltamontes de la hoja transmite a la planta una sustancia que causa una enfermedad conocida como "quemadura de saltamontes", cuyos primeros síntomas consisten en lunares triangulares de color café en los extremos de las hojuelas. Más tarde, los márgenes pueden enrollarse hacia arriba y volverse de color café, como si estuvieran quemados. Las plantas gravemente afectadas mueren pronto, disminuyéndose el rendimiento de papas.

En Florida y otros Estados del Golfo, el saltamontes de la hoja se reproduce durante todo el año. En el Norte, los adultos aparecen en abril o mayo, y como nunca se han encontrado allá durante el invierno, se cree que probablemente emigran del Sur. A principios de junio se mueven en gran número a los campos de papa y depositan sus huevos en el tejido de las plantas. Aproximadamente en una semana, los huevos incuban convirtiéndose en crisálidas sin alas que pasan a través de 5 etapas y se transforman en adultos alados en 10 a 14 días, comenzando a poner huevos 5 ó 6 días más tarde. El período de huevo a adulto es aproximadamente de un mes.

Represión: Espolvoréese completamente el follaje con un polvo de DDT al 3%. Para rocíos úsense 2 cucharadas rasadas de polvo humedecible de DDT al 50%, o 2 cucharaditas rasadas de emulsión concentrada de DDT al 25% para cada galón de agua. Aplíquense con un buen rociador que arroje un rocío fino. Para hacer 100 galones de rocío úsense ya sea libras del polvo humedecible al 50% o 2 pintas de la emulsión concentrada de DDT al 25%. Si van a usarse los rocíos para represión de enfermedades, añádanse cualquiera de estas dos preparaciones de DDT a los rocíos fungicidas más bien que al agua y aplíquense inmediatamente.

Comiéncese a rociar o espolvorear cuando aparezcan por primera vez los insectos y repítase el tratamiento tan a menudo como sea necesario.

[*LAMINA XXXVII*



SALTAMONTES DE LA HOJA DE LA PAPA

a, saltamontes adulto; *b,* crisálidas; *c,* hojuelas de papa mostrando el enrollamiento café de los extremos y de los márgenes conocido como "quemadora de saltamontes" causado por la alimentación de los insectos. *(a* y *b,* aproximadamente 14 veces tamaño natural; *c,* aproximadamente tres cuartos del tamaño natural.)

GUSANO IMPORTADO DEL REPOLLO

El gusano importado del repollo es la larva u oruga de una mariposa de color blanco amarillento con varios lunares negros en las alas. La oruga de color verde aterciopelado, se alimenta en las hojas del repollo, col rizada, coliflor, brécol y otras cosechas relacionadas.

En los Estados del Norte el insecto pasa el invierno en la etapa de crisálida, de la cual las mariposas salen a principios de la primavera. En los Estados del Sur, las orugas pueden encontrarse desde marzo hasta diciembre o aun durante todo el invierno.

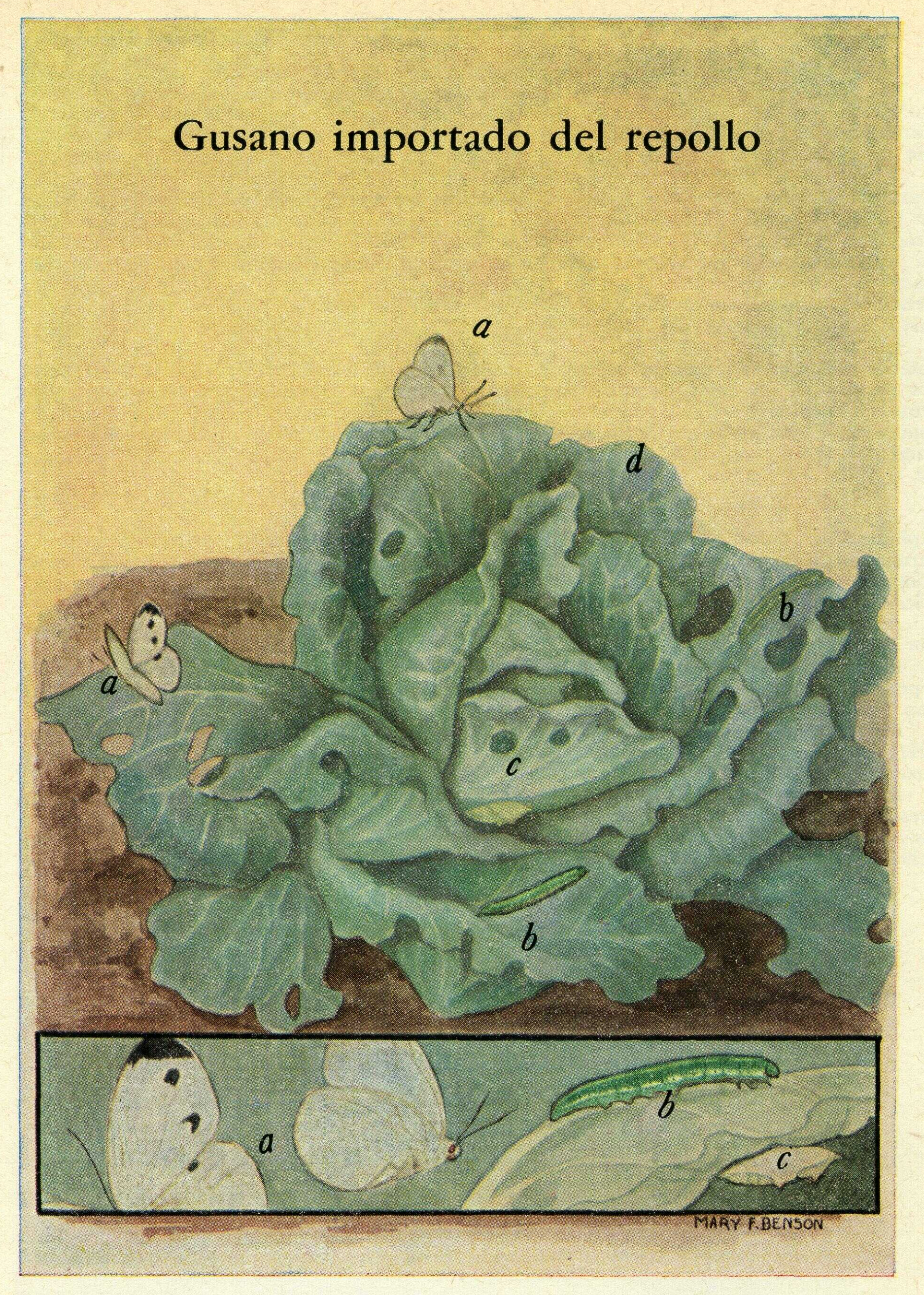
Los huevos se depositan ordinariamente en la superficie inferior de las hojas y en tiempo caliente incuban dentro de una semana, necesitando las orugas aproximadamente 15 días para madurarse. Los cambios de oruga madura a través de la etapa de crisálida hasta la de mariposa, ocurren aproximadamente en 10 días a 2 semanas y hay varias progenies al año.

Represión: Puede reprimirse el gusano importado del repollo con polvos de derris, cuba u otros que contengan rotenona. Aplíquese un polvo que contenga de 0.65 a 1% de rotenona a razón de 20 a 30 libras por acre, o un rocío que contenga 0.025 de rotenona a razón de 100 galones por acre. En plantíos pequeños úsense de 1 a 1-1/2 onzas del polvo o de 1 a 1-1/2 cuartos de galón del rocío para cada 50 pies de surco. Comiéncense las aplicaciones cuando aparezcan las orugas y repítanse cada 7 a 10 días hasta que los insectos queden bajo control. Para obtener los mejores resultados, aplíquense cuando el aire esté en calma, ya sea en las primeras horas de la mañana o al caer la tarde. Diríjanse los polvos o rocíos a los botones o repollos de las plantas y a la superficie inferior de las hojas.

Los insecticidas de piretro son menos eficaces que los que contienen rotenona, pero las frecuentes y completas aplicaciones de un polvo que contenga 0.2% de piretro o un rocío que contenga 0.006% de piretrinas, ordinariamente dan resultados satisfactorios.

El DDT reprimirá el gusano importado del repollo y casi todas las demás orugas que atacan las coles y plantas relacionadas, pero no debe aplicarse a ninguna legumbre con hojas después de que pueda verse la parte comestible de la planta. Usese un polvo de DDT al 3% o 2 libras de polvo humedecible de DDT al 50% para cada 100 galones de rocío (2 cucharadas rasadas por galón). No se aplique DDT a los repollos después de que éstos comiencen a formarse o a la coliflor después de que comiencen a formarse los racimos (aproximadamente 30 días antes de la recolección en cada caso), ni a cualquier hoja comestible.

[*LAMINA XXXVIII*



a, mariposas o adultos alados en posición natural; *b,* larvas, orugas o "gusanos"; *c,* crisálida o etapa de reposo; *d,* planta de repollo mostrando los daños típicos causados por la alimentación de los insectos. (Ilustración superior, *a, b* y *c,* aproximadamente a la mitad del tamaño natural; *d,* un poco menos de dos tercios del tamaño natural. Ilustración inferior, *a, b* y *c,* aproximadamente tamaño natural.)

PERFORADOR DE LOS SARMIENTOS DE LA CALABAZA

Un horticultor puede descubrir cualquier mañana que los sarmientos de sus calabazas se han marchitado repentinamente. Ordinariamente ese marchitamiento se debe al perforador de los sarmientos de la calabaza, una oruga que penetra en el tallo cerca de la tierra y cuya presencia puede pasar desapercibida hasta que se hacen evidentes los montones de excrementos amarillos parecidos a serrín que caen de los agujeros del tallo.

Al adulto se le llama mariposa de alas transparentes, porque sus alas traseras son transparentes como las de una avispa. La mariposa hembra deposita sus huevos en los tallos en junio o julio en el Norte, y en abril y mayo, en el Sur. Las diminutas larvas tiernas u orugas, al incubar de los huevos, penetran en el tallo, crecen rápidamente y alcanzan su total desarrollo aproximadamente en 4 semanas, siendo entonces casi de una pulgada de largo. Ocurre una generación al año en el Norte, dos en el Sur y una segunda generación parcial en las regiones intermedias. El invierno se pasa en la tierra como larvas maduras o como crisálidas.

Cuando los perforadores son muy numerosos, causan daños serios. Perforan hasta el interior de los tallos cerca de la base y pueden moverse a lo largo de ellos y llegar hasta los petiolos de las hojas. Algunos sarmientos quedan casi cortados y a veces atacan los frutos. A medida que las larvas se vuelven más grandes, se hacen visibles los excrementos que se descargan por los agujeros de los tallos. Aunque causan los mayores perjuicios en las calabazas, sobre todo en la especie Hubbard, los perforadores atacan también la calabaza de Castilla, los pepinos y otras cucúrbitas.

Represión: Aunque es difícil la represión, los insecticidas han sido de alguna ayuda. Aplíquese un polvo que contenga 1% de rotenona a los tallos y partes bajas de los sarmientos 3 o más veces, a intervalos de 10 días. Se tienen informes de que un rocío compuesto de una parte de sulfato de nicotina al 40% para 100 partes de agua es muy eficaz para disminuir las infestaciones.

Aplíquese el rocío a los tallos cerca de la base de la planta y repítase la aplicación por lo menos una vez a la semana durante el período de puesta de huevos.

El éxito de cualquier tratamiento insecticida depende de su aplicación temprana y repetida, porque los insecticidas no afectarán las larvas tiernas después de que éstas han penetrado al interior de los tallos.

Durante mucho tiempo se ha seguido con éxito la práctica de cubrir los tallos con tierra para inducir la formación de raíces más arriba de las partes dañadas, especialmente cuando se trata de tierras pesadas en áreas húmedas.

Después de que los perfordores han penetrado a los tallos y se hace evidente su presencia, el único remedio conocido consiste en abrir los tallos a lo largo con un cuchillo muy fino u hoja de navaja de afeitar y remover los perforadores. Las partes dañadas deben cubrirse después con tierra.

[*LAMINA XXXIX*



PERFORADOR DE LOS SARMIENTOS DE LA CALABAZA

a, mariposa o adulto con las alas extendidas; *b,* mariposa con las alas plegadas parcialmente; *c,* porción de un tallo de calabaza (aumentado) abierta para mostrar el perforador o larva alimentándose en su interior; *d,* celda de crisálida en la tierra abierta para mostrar la crisálida o etapa de reposo dentro de ella; *e,* porción de planta de calabaza mostrando el aspecto típico del marchitamiento causado por la alimentación del perforador dentro de los tallos. (*a, c* y *d,* aproximadamente una y cuarto veces tamaño natural; *b,* aproximadamente dos tercios del tamaño natural; *e,* aproximadamente un tercio del tamaño natural.)

GUSANO DEL FRUTO DEL TOMATE

El gusano del fruto del tomate, conocido también como gusano de la mazorca del maíz y gusano de la cápsula, ocurre en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica y se alimenta en varias cosechas, incluyendo los tomates, el algodón y el maíz. En los Estados del Sur y en California, constituye una plaga grave de los tomates cada año. En el extremo Sur, las mariposas pueden salir de sus celdas de crisálidas desde enero, aunque la mayoría de ellas aparecen más tarde en primavera. La mariposa hembra comienza a poner huevos tan pronto como sale. Los huevos son un poco más pequeños que una cabeza de alfiler y se depositan aisladamente en las hojas. A medida que incuban las larvas, se arrastran en las hojas alimentándose ligeramente en ellas, y eventualmente encuentran el camino a los frutos, en los que perforan agujeros y los minan, generalmente en el extremo del tallo. Un gusano puede alimentarse en un solo tomate hasta que está completamente desarrollado o puede moverse de un tomate a otro, dañando varios de ellos antes de que complete su crecimiento. El gusano totalmente desarrollado deja el fruto y penetra a la tierra, en donde se transforma en crisálida o etapa de reposo, pudiendo ocurrir dos o más progenies en una estación.

Represión: Aplíquese un polvo que contenga 10%, ya sea de TDE o DDT. Se obtendrá también una represión satisfactoria empleando un cebo de harina de maíz que contenga 10% de criolita, esparcido uniformemente sobre las hojas de las plantas. En localidades en donde ocurre el escarabajo bronceado del tomate, los polvos de TDE o DDT deben contener también por lo menos 25% de azufre, a fin de obtener la represión tanto del ácaro como del gusano del fruto del tomate.

Se obtendrán los mejores resultados ya sea con los polvos o con los cebos si se hacen tres aplicaciones: la primera cuando las plantas tengan una extensión aproximada de 1 a 2 pies y estén comenzando a producir frutos, y la segunda y tercera aplicaciones, después de intervalos de 14 días. Los polvos deben aplicarse a razón de 30 libras por acre, y la mezcla de harina de maíz a razón de 60 libras por acre en cada aplicación. Debe cubrirse todo el follaje, especialmente los brotes terminales y las hojas exteriores de las plantas. Los polvos pueden aplicarse con espolvoreadores de mano o mecánicos, y la mezcla de harina de maíz puede esparcirse a mano. Recuérdese que el DDT, el TDE y la criolita son venenosos y que pueden dejar residuos que deben removerse lavando o limpiando los frutos.

[*LAMINA XL*



a, mariposa hembra o adulto con las alas extendidas; *b,* mariposa macho con las alas en posición natural; *c,* huevo; *d,* larva; *e,* crisálida o etapa de transformación en su celda en la tierra; *f,* larva alimentándose en el fruto del tomate, mostrando los daños típicos que causa. (*a, b* y *f,* aproximadamente dos tercios del tamaño natural; *c,* aproximadamente siete veces tamaño natural; *e,* aproximadamente una y tercio veces tamaño natural.)

PICUDO DE LA BATATA

El picudo de la batata deposita sus huevos en pequeños agujeros que hace en los tallos de las plantas de batata o directamente en los tubérculos. Los huevos incuban aproximadamente en una semana, produciendo pequeñas larvas blancas que se alimentan y crecen en los sarmientos o tubérculos y que alcanzan su desarrollo total en 2 ó 3 semanas.

Mientras se encuentra en los sarmientos o tubérculos, la larva se transforma en crisálida o etapa de reposo, en la que dura de 7 a 8 días antes de que salgan los picudos.

Los picudos adultos dañan las plantas de batatas alimentándose en las hojas, sarmientos y raíces. Las larvas causan daños al alimentarse dentro de los tallos, raíces y tubérculos. Los grupos de pequeños agujeros en la superficie de los tubérculos son marcas de alimentación o agujeros hechos por las hembras al poner sus huevos. Los picudos recientemente desarrollados causan los agujeros más grandes al salir de las batatas. Si las batatas infestadas se abren, pueden verse los túneles hechos por las larvas, los que a menudo contienen larvas y crisálidas. Las batatas infestadas tienen un sabor amargo y no son comestibles.

Se sabe que existe el picudo en Alabama, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, South Carolina y Texas.

Represión: Si las infestaciones son ligeras, la plaga puede extirparse si se le priva de su alimento, aproximadamente durante un año. El procedimiento es el siguiente:

1. No se planten batatas durante un año en una zona que se extienda de media a una milla de cualquier área conocida de infestación.
2. En las granjas infestadas: *a)* dispóngase de todas las batatas sobrantes para el 1o. de febrero antes mediante su deshidratación, empleándolas como alimento del ganado o quemándolas. *b)* Inmediatamente después de limpiar el lugar de almacenamiento, espolvoréese con polvos de DDT al 10% a razón de una libra por cada 1,600 pies cuadrados de área superficial. Si se desea emplear un rocío, añádanse 8 libras de polvo humedecible de DDT al 50% a 100 galones de agua. Aplíquese el rocío a razón de 1-1/2 galones para cada 1,000 pies cuadrados. *c)* Al tiempo de la recolección, remuévanse todas las batatas del campo y no se almacenen las que estén infestadas. Destrúyanse todas las raíces, coronas, batatas pequeñas, desechos y plantas voluntarias. Si es posible, déjese pastar el ganado en los campos después de la recolección. Arense los campos viejos de batatas por lo menos dos veces durante el invierno.

En áreas comerciales, en las que generalmente los campos están infestados con el picudo, puede obtenerse una represión eficaz mediante las siguientes prácticas:

Usense batatas de semilla certificadas por el Estado. Si la semilla se escoge localmente al tiempo de la recolección, trátese perfectamente con polvo de DDT al 10%, a razón de una libra para 6 u 8 bushels de semilla.

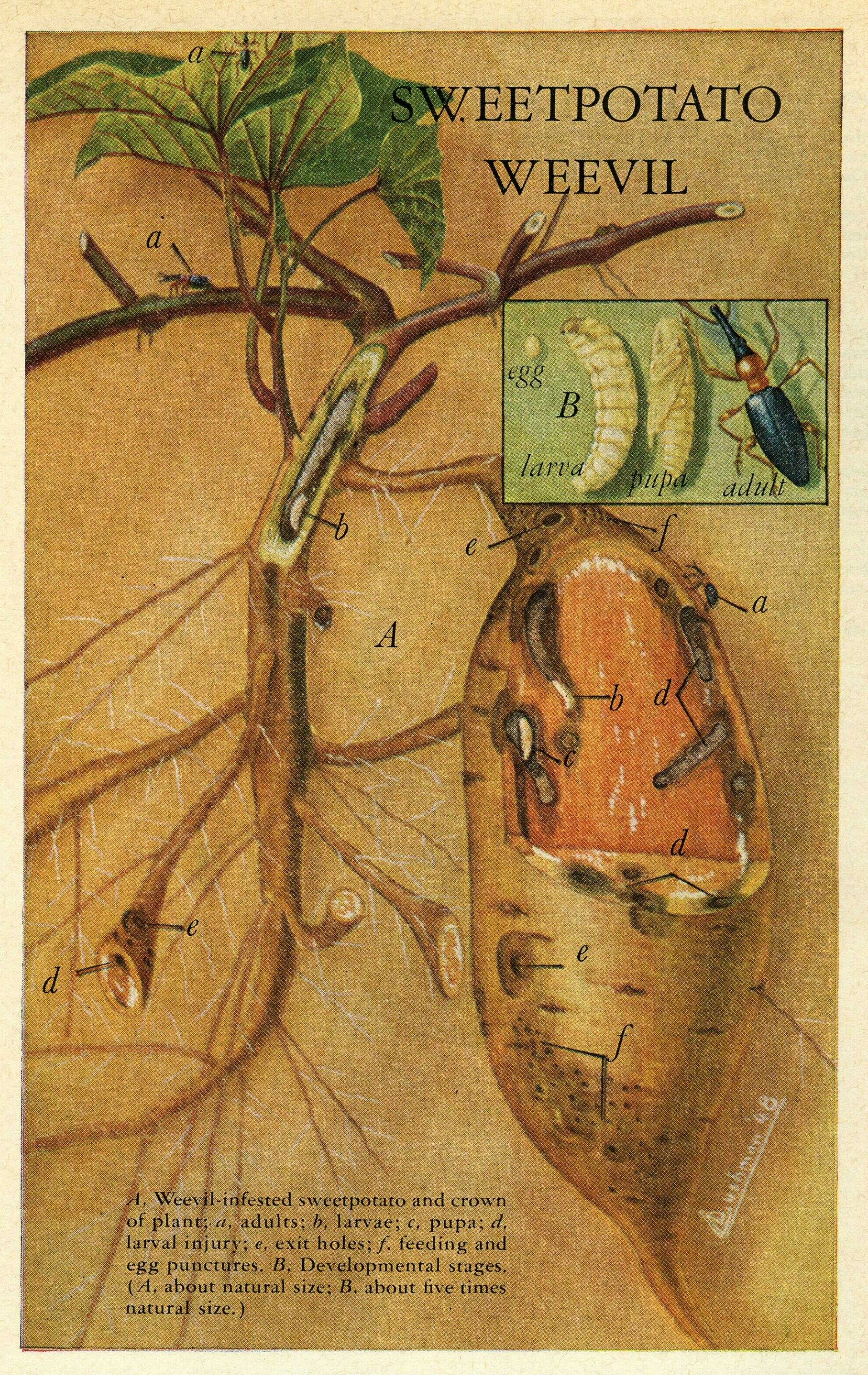
Síganse las prácticas de limpieza aconsejadas para las infestaciones ligeras (párrafo 2, incisos *b* y *c*).

Destrúyanse las plantas y tubérculos de las camas de semillas tan pronto como se hayan producido plantas suficientes.

Empléese la rotación de cultivos en los campos. No se sigan sembrando batatas donde ya se han sembrado antes.

Siémbrese la nueva cosecha tan lejos como sea posible de la cosecha del año anterior.

[*LAMINA XLI*



PICUDO DE LA BATATA

A, batata infestada con el picudo y corona de la planta; *a*, adultos, *b*, larvas; *c*, crisálida; *d*, daños causados por las larvas; *e*, agujeros de salida; *f*, perforaciones alimenticias y de huevos. *B*, etapas de desarrollo (*A*, aproximadamente tamaño natural; *B*, aproximadamente cinco veces tamaño natural).

LARVA DE LA SEMILLA DE MAIZ

La larva de la semilla de maíz ataca las semillas de judías, chícharos y maíz cuando comienzan a brotar, así como los trozos de papas de semilla. Los adultos se asemejan a pequeñas moscas domésticas y depositan sus huevos en la tierra cerca de las plantas donde se alimentan. Las larvas blancas y sin patas incuban en 2 ó 3 días y se alimentan en las plantas o semillas descompuestas o en las semillas tiernas que comienzan a brotar. Ordinariamente destruyen el germen de la semilla, lo que impide que se produzcan plantas. A menudo las judías dañadas tienen sistemas de raíces que se desarrollan y empujan las semillas fuera de la tierra como simples cabezas sin follaje. Las larvas alcanzan su total desarrollo en 2 a 3 semanas y se transforman en crisálidas, y después de otra semana o dos, salen los adultos para repetir el ciclo. El insecto se encuentra distribuido en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica y ataca una gran variedad de plantas.

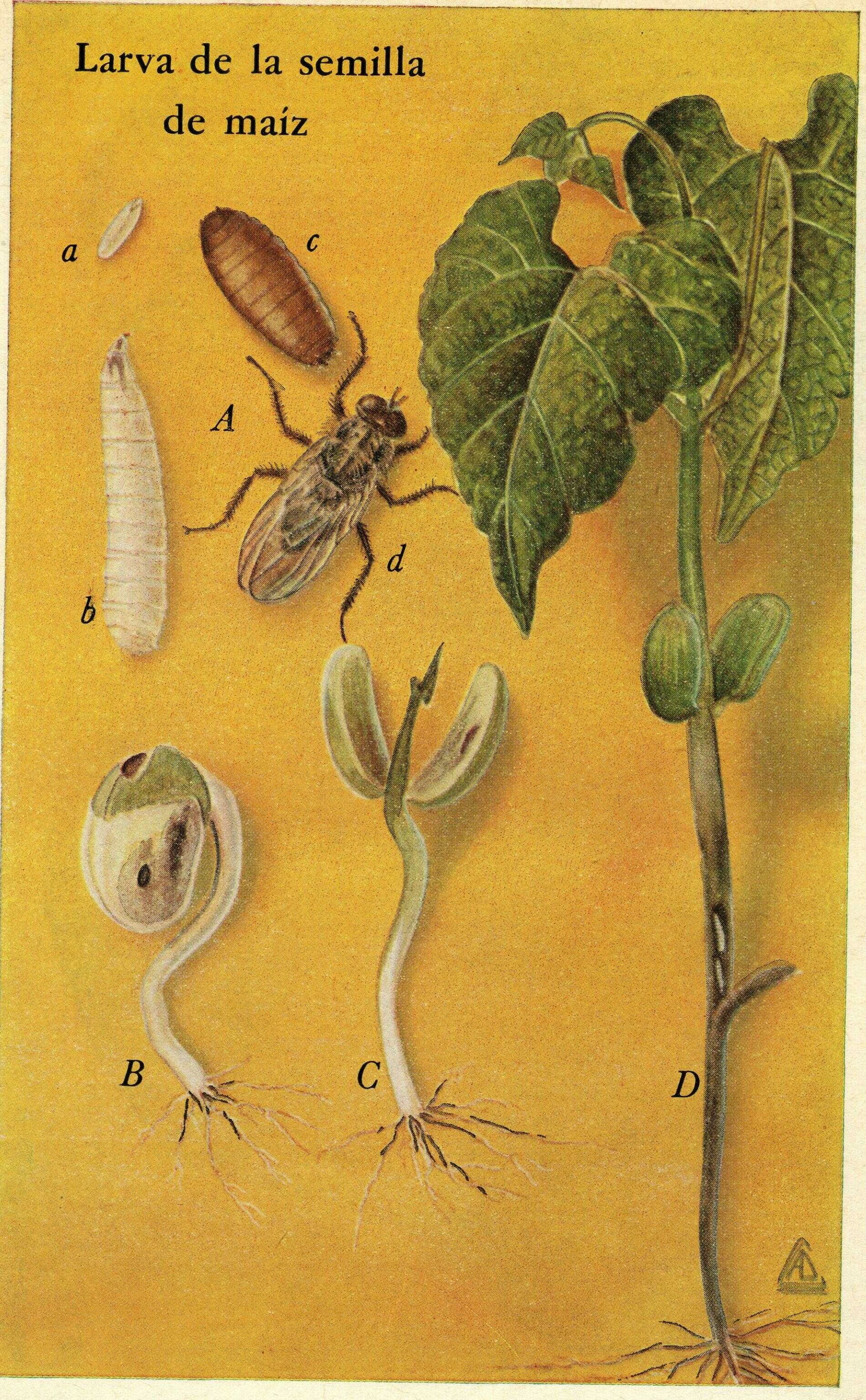
Represión: Resiémbrese tan pronto como se descubran los daños de las larvas. Evítese el empleo de fertilizantes orgánicos en los surcos sembrados. La materia vegetal parcialmente descompuesta atrae las moscas y es probable que las tierras que contengan ese material se infesten con las larvas. Siémbrese a poca profundidad en esas tierras y prepárese la cama de semillas en forma tal que promueva una rápida germinación. Siémbrese la semilla cuando la tierra está caliente. Los períodos de clima frío y húmedo retrasan la germinación de la semilla y permiten los daños de las larvas.

Pueden evitarse esos daños demorando la siembra hasta que las larvas de la primera generación hayan alcanzado su desarrollo total y entren a la etapa de crisálida. Las plantas tendrán entonces tiempo para brotar antes de que aparezcan las larvas de la siguiente generación.

Se pueden evitar los daños causados por la larva de la semilla de maíz en los trozos de semilla de papa, dejando que los trozos cortados de semilla cicatricen antes de sembrarlos. La larva ataca los trozos sanos de semilla de papa sólo cuando la cubierta está rota o la superficie está dañada.

El tratamiento de la semilla con insecticidas tales como el clordano ha dado resultados prometedores, pero el método no se ha perfeccionado todavía.

[*LAMINA XLII*



(En la haba.) *A,* etapas vitales; *a,* huevo; *b,* larva; *c,* crisálida; *d,* adulto (todos aproximadamente siete veces tamaño natural). *B,* daño en el cotiledón. *C,* daño en la plúmula. *D,* planta tierna con una parte del tallo dañado abierta para mostrar las larvas que se encuentran en su interior. *(B, C* y *D,* aproximadamente tamaño natural.)

PICUDO DEL CHICHARO

El picudo del chícharo constituye un riesgo en la producción de toda clase de chícharos en donde se cosechan extensas áreas de chícharos secos. Los picudos adultos vuelan a los campos de chícharos cuando las plantas comienzan a florecer. Los huevos se depositan solamente en las vainas vivas verdes. Las pequeñas larvas que incuban de los huevos penetran en los chícharos verdes en donde se desarrollan a medida que crecen los chícharos, lo que da por resultado que se encuentren en los chícharos verdes que se recolectan para enlatar. Las larvas alcanzan su tamaño natural poco tiempo después de que se madura la cosecha normal, y si se les permite que continúen alimentándose la semilla no germinará. Los picudos adultos salen de la semilla a fines del verano y en el otoño y buscan un lugar protegido para pasar el invierno. No atacan la semilla madura y sólo hay una generación al año.

Represión: Espolvoréense con insecticidas las partes infestadas de los campos al principio de la etapa de floración antes de que se depositen los huevos de los picudos. Usese una red de insectos para asegurarse de la ocurrencia de los picudos. Los polvos insecticidas deben contener no menos de 0.75% de rotenona o 5% de DDT o metoxiclor. Aplíquense a razón de 20 libras por acre. Repítase la aplicación después de 3 ó 4 días, si es necesario. No se usen como alimento del ganado lechero las plantas de chícharos tratadas con DDT ni tampoco para alimentar ganado de engorda que se prepare para los rastros.

Siémbrese solamente semilla exenta de picudos. Disminúyase al mínimo posible la rotura de los chícharos secos durante la recolección. Destrúyase el desecho de la recolección y no se permita que se acumulen desperdicios alrededor de los campos de chícharos o edificios de las granjas en donde los picudos puedan pasar el invierno.

[*LAMINA XLV*



A, Life stages (greatly enlarged): *a*, adult; *b*, pupa, *c*, larva; *d*, egg. B, Stem of pea vine with life-size adult in bloom, *e*. C, Small pod with several eggs attached. D, Larva in seed (considerably enlarged).

PICUDO DEL CHICHARO

A, etapas vitales (considerablemente aumentadas): *a,* adulto; *b,* crisálida; *c,* larva; *d,* huevo. *B,* tallo de sarmiento de chícharo con *e,* adulto de tamaño natural en la flor. *C,* vaina pequeña con varios huevos adheridos. *D,* larva en la semilla (considerablemente aumentada.)

SALTAMONTES DE LA HOJA DE LA REMOLACHA

El saltamontes de la hoja de la remolacha, llamado comúnmente mosca blanca en el Oeste, es el único transportador conocido de la hoja rizada, una destructora enfermedad de virus de las remolachas de azúcar, remolachas, judías, tomates, melones cantalú, algunas plantas florales de ornato, muchas hierbas y otras cosechas. El insecto ocurre en las regiones áridas y semiáridas del oeste de los Estados Unidos de América, del norte de México y del sudoeste del Canadá.

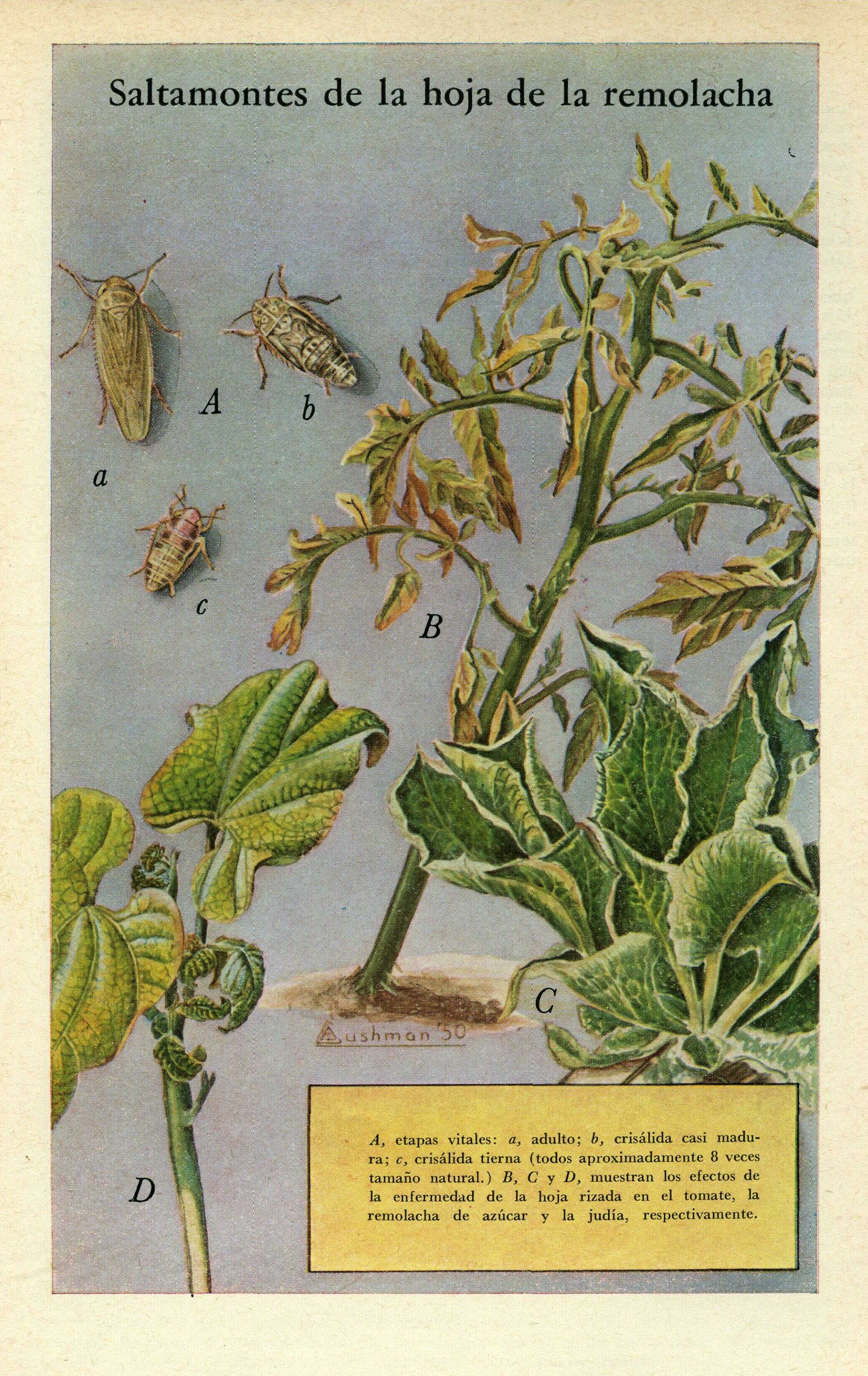
El saltamontes de la hoja de la remolacha pasa el invierno en la etapa adulta, principalmente en áreas no cultivadas y sobrepastadas en donde hay mostazas u otras plantas huéspedes adecuadas. Los insectos permanecen activos y se alimentan durante el invierno en dondequiera que la temperatura lo permite. La hembra comienza ordinariamente a poner huevos aproximadamente en la época en que las plantas huéspedes que sobreviven al invierno inician su crecimiento de primavera. Los huevos se depositan dentro de los tejidos de las hojas y tallos de las plantas e incuban en 5 a 40 días, dependiendo de la temperatura. Los saltamontes tiernos o crisálidas, salen de los huevos y comienzan inmediatamente a alimentarse, insertando sus trompas en los tejidos de la planta y succionando sus jugos. A medida que crecen, mudan de epidermis cinco veces y se vuelven más grandes después de cada muda. Después de la quinta muda se convierten en adultos alados. El desarrollo del insecto desde la etapa de huevo a la de adulto, toma de uno a dos meses. Las generaciones se entrecruzan considerablemente y pueden encontrarse simultáneamente todas las etapas en la misma área de reproducción durante el verano. En el área del Norte se producen tres generaciones en cada estación. En las regiones más calientes de Arizona y California pueden desarrollarse cinco o más generaciones.

Represión: La disminución de las infecciones de la hoja rizada en las cosechas susceptibles mediante la represión con insecticidas de su vector, el saltamontes de la hoja de la remolacha, es un problema difícil porque puede haber continuas reinfestaciones. Las aplicaciones de DDT disminuirán las cantidades de saltamontes, pero no evitarán la alimentación de los insectos que reinfestan los campos. Las aplicaciones semanales de una libra de DDT efectivo por acre cada 3 ó 4 semanas durante el movimiento de primavera, han disminuido las infecciones de la hoja rizada.

Ha resultado práctica la represión química del saltamontes de la hoja de la remolacha en las áreas de hierbas huéspedes que contribuyen con grandes poblaciones de insectos a las áreas cultivadas. Se puede aplicar a las grandes áreas reproductoras, ya sea con aeroplanos o con rociadores de superficie, una solución aceitosa o una emulsión que contenga DDT. El rocío debe aplicarse en primavera en proporción de una libra de DDT para 2 galones de rocío por acre antes de que los saltamontes comiencen a moverse a las áreas cultivadas.

Puede ser practicable la represión de las hierbas huéspedes del saltamontes de la hoja en las principales áreas reproductoras mediante el manejo adecuado de las tierras. La mejor forma de conseguir reemplazar las hierbas huéspedes con hierbas perennes que no sean huéspedes reproductoras del saltamontes, consiste en resembrar las áreas abandonadas y quemadas, y si todavía se encuentran hierbas perennes nativas, protegerlas contra el exceso de pasto del ganado a fin de obtener los mismos fines.

[*LAMINA XLIV*


Saltamontes de la hoja de la remolacha
A
a
b
c
B
C
D
Cushman '50
A, etapas vitales: a, adulto; b, crisálida casi madura; c, crisálida tierna (todos aproximadamente 8 veces tamaño natural.) B, C y D, muestran los efectos de la enfermedad de la hoja rizada en el tomate, la remolacha de azúcar y la judía, respectivamente.

GUSANO DE ALAMBRE DE LA COSTA DEL PACIFICO

El gusano de alambre de la costa del Pacífico es una de las más destructoras de las muchas especies de gusanos de alambre en los Estados Unidos de Norteamérica. Ordinariamente se encuentra distribuido en las tierras de riego al oeste de las Montañas Rocallosas. Los duros y brillantes insectos de color amarillo a anaranjado se alimentan solamente en las partes subterráneas de las plantas y tienen un largo ciclo vital, de 2 a 5 años, en la tierra. Dañan las cosechas destruyendo las semillas, cortando los pequeños tallos subterráneos y perforando agujeros en los tallos más grandes, raíces y tubérculos. Ninguna legumbre o cosecha de campo está inmune a los daños que causan, y las cosechas tales como papas, cebollas, maíz, lechuga, judías, remolachas de azúcar, tomates, chícharos, zanahorias y melones, son especialmente susceptibles a sus ataques.

El gusano de alambre de la costa del Pacífico se incuba de pequeños huevos blancos que se depositan en la tierra por los escarabajos progenitores a principios de la primavera. Los escarabajos mueren poco tiempo después de depositar los huevos y los pequeños gusanos de alambre alcanzan un largo aproximado de un cuarto de pulgada para el otoño. La mayoría llegan a su crecimiento total, aproximadamente de tres cuartos de pulgada, en 3 años. Se transforman en crisálidas durante el verano y las crisálidas a su vez se transforman en adultcs aproximadamente en 3 semanas, pero éstos permanecen en el suelo dentro de celdas de tierra hasta la primavera, cuando salen para depositar huevos.

Represión: Para reprimir los gusanos de alambre en tierras de riego, trátese la tierra con 10 libras de DDT por acre después de la recolección en el verano u otoño o antes de la siembra en primavera. Rocíese o espolvoréese el insecticida en la superficie de la tierra y hágase que penetre perfectamente en ella a una profundidad de 6 a 9 pulgadas. El gusano de alambre de la costa del Pacífico muere con esas aplicaciones de insecticidas 6 a 8 semanas después de ellas, pero la sustancia permanecerá en la tierra y evitará nuevas infestaciones durante varios años.

[*LAMINA XLIII*



Se muestran los daños causados en la zanahoria, papa y cebolla. *a,* larva (tamaño natural) en la papa. *A,* huevos. *B,* larva. *C,* crisálida en su celda subterránea. *D,* escarabajo adulto. *(A, B, C* y *D,* aproximadamente tres veces tamaño natural.)

PULGON DE LOS TUBERCULOS

El pulgón de los tubérculos es una de varias clases de pulgones que atacan las papas. Sus larvas prefieren alimentarse en los tubérculos y otros pulgones se alimentan principalmente en las raíces. Todos los pulgones son semejantes y algunos son destructores en otras cosechas. El pulgón de los tubérculos, sin embargo, sólo constituye una plaga en Washington, Oregon, Colorado y Nebraska, y causa pocos daños en cosechas distintas de las papas.

El pulgón brinca como una pulga y desaparece rápidamente cuando se le molesta. El pulgón adulto de lcs tubérculos devora pequeños agujeros redondos en las hojas, tipo de daño característico de todos los pulgones. La hembra adulta entra a la tierra cerca de la base de la planta para poner sus huevos, que incuban en 5 a 8 días formando delgadas larvas blancas que se alimentan en las raíces y en los tubérculos. Los daños a estos últimos pueden consistir en veredas ásperas en su superficie o de pequeños túneles cafés que se extienden a una profundidad hasta de 3/4 de pulgada dentro del tubérculo. Después de alimentarse durante 2 ó 3 semanas, la larva madura entra a la etapa inactiva o de crisálida que dura de 10 a 14 días. Al fin de ese período los escarabajos tiernos salen para iniciar una segunda generación. A veces se completa la segunda generación y se inicia una tercera durante la estación. El insecto pasa el invierno como adulto en la tierra y sale en mayo o junio para comenzar a alimentarse en la cosecha de la estación siguiente.

Represión: Aplíquese un polvo de DDT al 5% a razón de 20 a 35 libras por acre. Esto reprimirá también la mayoría de los demás insectos que atacan el follaje de la papa. Cuando se empleen espolvoreadores mecánicos, fíjese un delantal de lona delgada de 12 a 20 pies de largo a las pértigas de los rociadores para evitar que los polvos se esparzan. Si se prefieren los rocíos, aplíquense 2 libras por acre de polvo humedecible de DDT al 50%. Si se emplea equipo rociador ordinario, el polvo humedecible debe aplicarse en 80 a 125 galones de agua a una presión mínima de 250 libras por pulgada cuadrada, de preferencia con 3 tcberas por surco.

[LAMINA XLVI



A, etapas vitales: *a*, huevo; *b*, larva; *c*, crisálida; *d*, adulto. *B*, daños en el follaje de la papa; *e*, escarabajo. *C*, daños en las papas. (*A*, considerablemente aumentado, *B* y *C*, tamaño natural.)

SUCCIONADOR DE LA CEBOLLA

El succionador de la cebolla ocurre en dondequiera que ésta se cultiva. Ataca muchas cosechas cultivadas y hierbas, y sus daños varían con las estaciones, las localidadas y las variedades de cebollas.

En el Sur, el succionador de la cebolla se alimenta en éstas y en otras plantas huéspedes durante todo el invierno. En el Norte, pasan el invierno en las etapas de adulto y de larva, plantas de cebolla dejadas en los campos y en las coronas de la alfalfa y del trébol. Pasan también el invierno en las cebollas desechadas y a veces en las almacenadas. La hembra deposita sus pequeños huevos blanquecinos en los tejidos más tiernos de las hojas de las plantas huéspedes. Los huevos incuban en 4 a 10 días y las pequeñas larvas blancas salen de los huevos y comienzan a alimentarse inmediatamente en las puntas tiernas de las hojas centrales en desarrollo en donde se encuentran bien protegidas. Las larvas pasan por dos etapas mientras se alimentan en las plantas y completan su crecimiento aproximadamente en 5 días, entrando después a la tierra para convertirse en crisálidas. La etapa de crisálida dura aproximadamente 4 días si las condiciones son favorables, y, por lo tanto, se completa una generación aproximadamente cada 2 semanas. Las generaciones se entrecruzan considerablemente y pueden encontrarse simultáneamente en los campos todas las etapas durante el verano. A menudo los succionadores producen grandes poblaciones en la alfalfa, otras cosechas cultivadas o en las hierbas, y emigran a los campos de cebolla cuando los huéspedes maduran o se recolectan.

Represión: Aplíquese un polvo que contenga 10% de DDT o un rocío que contenga 2 libras de polvo humedecible de DDT al 50% para 100 galones de agua. Usense de 20 a 25 libras de polvo o 150 galones de rocío por acre para cada aplicación y repítanse éstas cada 7 a 10 días. Los rocíos deben aplicarse en forma de finas pulverizaciones a fin de que cubran perfectamente todas las partes de las plantas. No se aplique DDT a las cebollas si van a comerse sus partes superiores, en cuyo caso úsese un rocío que contenga un cuarto de galón de sulfato de nicotina al 40% por cada 100 galones de agua.

[*LAMINA XLVII*



SUCCIONADOR DE LA CEBOLLA

Planta de cebolla mostrando los graves daños del succionador. Inserción pequeña, succionador adulto (aproximadamente 40 veces tamaño natural).

GUSANO CORTADO DE DORSO DE ARCILLA

Los gusanos cortados cortan y devoran los trasplantes tiernos y son las progenies de mariposas de color opaco que vuelan de noche. Cada mariposa hembra puede poner de 200 a 1,500 huevos en las turbas, tierras cubiertas de hierbas o campos cultivados. Los huevos incuban en unos cuantos días y los gusanos cortados tiernos se alimentan ávidamente. Cuando están maduros, penetran en la tierra y se transforman pasando por la etapa de crisálida en mariposas adultas. Hay varias docenas de clases ordinarias de gusanos cortados. Algunas tienen sólo una generación al año y otras tienen hasta 3 ó 4. Algunas pasan el invierno como crisálidas y otras lo hacen como gusanos cortados, difiriendo grandemente en sus hábitos de alimentación. Algunas se alimentan, como otras orugas, en enjambres o aislados, pero la mayoría prefiere esconderse en la tierra o cerca de ella durante el día y alimentarse por la noche. Generalmente devoran casi cualquier clase de planta tierna.

El gusano cortado de dorso de arcilla se encuentra distribuido generalmente al este de las Montañas Rocallosas, tiene sólo una generación al año y pasa el invierno como oruga parcialmente desarrollada. Cuando las primeras plantas brotan en primavera, las corta inmediatamente arriba de la superficie de la tierra por las noches y las arrastra a sus madrigueras cercanas como futuras provisiones. El gusano cortado de dorso de arcilla llega a la madurez a fines de la primavera, permanece inactivo durante el verano caliente y se transforma en crisálida a principios del otoño. Las mariposas adultas salen en otoño y depositan sus huevos en los campos de hierba.

Represión: Aplíquese un cebo envenenado que se prepara mezclando perfectamente una libra de fluosilicato de sodio con 25 libras de salvado de trigo, humedeciendo la mezcla con agua. Puede substituirse el fluosilicato de sodio con verde de París. Prepárese el cebo en la mañana y aplíquese al terminar el día de modo que esté húmedo y atractivo cuando los gusanos cortados comiencen a alimentarse por la noche. Espárzase el cebo ligera y uniformemente en la superficie de la tierra o alrededor de los trasplantes.

Son eficaces a menudo las espolvoreaciones con DDT al 5%, especialmente si se hace que el polvo penetre en la superficie de la tierra.

[*LAMINA XLVIII*



A, planta de col dañada por el gusano cortado. *B,* tomate mostrando: *a,* mariposa adulta; *b,* larva alimentándose en el tallo; *c,* larva en la tierra; *d,* crisálida. (Todos aproximadamente tamaño natural.)

AFIDO DEL CHICHARO

El áfido del chícharo daña los chícharos de huerto succionando la savia de las hojas, tallos, flores y vainas. Tan sólo unos cuantos áfidos pueden matar las plantas pequeñas e impedir que crezcan las grandes. El áfido del chícharo puede también propagar enfermedades de virus, causando así mayores daños a las plantas. Los daños del áfido del chícharo pueden ocurrir en donde quiera que se cultivan chícharos de huerto. El adulto es un insecto de color verde pálido y de cuerpo blando que puede tener alas o carecer de ellas. Los áfidos alados vuelan a los campos de chícharos a principios de la primavera y producen insectos vivos que se asemejan a los áfidos adultos sin alas. Un solo adulto produce diariamente de 10 a 14 insectos tiernos que comienzan a producir nuevos insectos en una o dos semanas más. Cuando el alimento es abundante, la mayor parte de los áfidos adultos carecen de alas. Cuando las condiciones alimenticias son desfavorables, se desarrollan las formas aladas que vuelan a otros campos de chícharos, alfalfa o trébol. En el Sur, este ciclo continúa durante todo el año. En el Norte se desarrollan en el otoño adultos que ponen huevos, y esos huevos negros y brillantes se depositan en la alfalfa o en el trébol. En algunos climas sólo los huevos sobreviven al invierno.

Represión: Espolvoréese o rocíese con rotenona o DDT. Los polvos deben contener 1% de rotenona o 5% de DDT, y deben aplicarse a razón de 35 a 40 libras por acre. Los rocíos deben contener 3 libras de un polvo de rotenona al 4%, o 2 cuartos de galón de concentrado emulsificable de DDT al 25% para 125 galones de agua por acre.

El DDT deja residuos venenosos en el follaje. No se usen las plantas tratadas con DDT como forraje para el ganado lechero o para el ganado de engorda que se prepare para los rastros.

[*LAMINA XLIX*



A, planta de chícharo infestada con los áfidos, mostrando los daños y los numerosos áfidos en las hojas y tallo. *B,* planta sana de chícharo. *C,* áfidos (considerablemente aumentados): *a,* adulto alado; *b,* adulto sin alas, y *c,* crisálida a mitad de su crecimiento.

ESCARABAJO HARINOSO DE LOS CITRICOS

El escarabajo harinoso de los cítricos es uno de los escarabajos harinosos comunes que dañan las flores de los jardines y las plantas de tiesto. Entre las plantas que atacan con más frecuencia, se encuentran la menta coleus, fuchsias, cactos, helechos, begonias, gardenias, pointsettias, cítricos, ageratos y lirios dracaena. Los escarabajos harinosos se alimentan en los jugos de las plantas y pueden causar pérdidas de color, marchitamiento y la muerte eventual de las partes afectadas. Cubren también el follaje con el pegajoso "rocío de miel", en el cual se desarrolla una desagradable lama negra que constituye el alimento natural de ciertas hormigas que gustan de los escarabajos harinosos y los propagan a otras plantas.

Los escarabajos harinosos se encuentran ordinariamente en racimos a lo largo de las venas o en el lado inferior de las hojas y hendiduras en la base de los tallos. Como se multiplican rápidamente todas sus etapas, pueden ocurrir al mismo tiempo. Los escarabajos harinosos pueden penetrar accidentalmente a los invernaderos o jardines de las residencias en plantas infestadas traídas de otras partes.

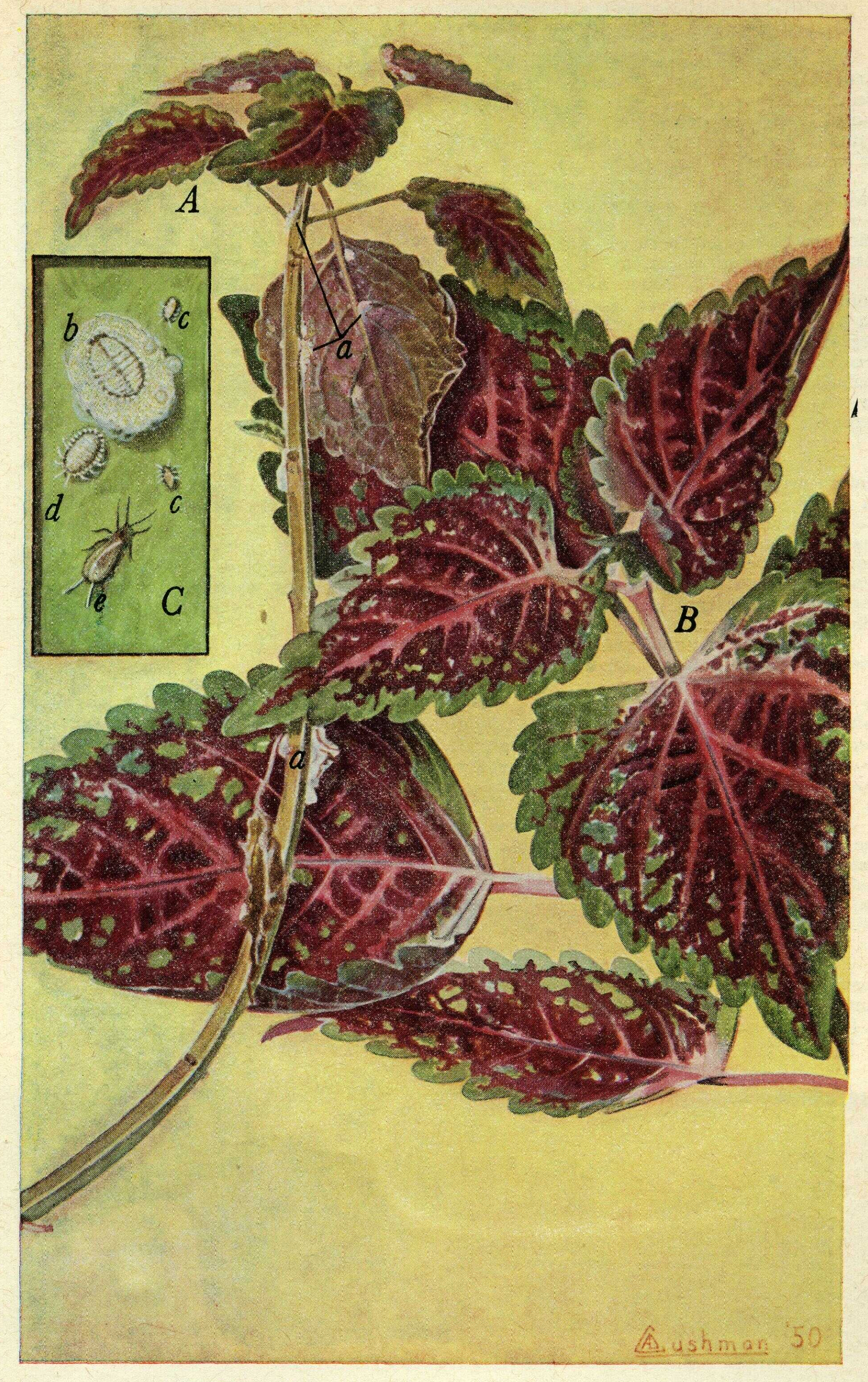
La hembra tiene un cuerpo de color ámbar con cortos filamentos encerados en sus márgenes. Los huevos se depositan en una masa protectora o saco que se asemeja a un pequeño copo de algodón. Cada masa puede contener 300 huevos o más, que incuban en 10 a 20 días. Las crisálidas se arrastran, comienzan a alimentarse y producen una cubierta blanca encerada sobre sus cuerpos. Se necesitan de 6 semanas a 2 meses para que las hembras tiernas lleguen a la madurez. Los machos forman una cubierta parecida al algodón 2 ó 3 semanas después de que incuban, en la cual se transforman en adultos alados parecidos a mosquitos, que rara vez se dejan ver.

Represión: El primer paso para la represión de los escarabajos harinosos en las flores de jardín, consiste en la eliminación de las hormigas en los jardines y sus vecindades. Esto se hace inundando todos los nidos con una suspensión de clordano que se prepara añadiendo 3 cucharadas rasadas de polvo humedecible de clordano al 50% a un galón de agua.

Las plantas de tiesto deben rociarse perfectamente y con tanta fuerza como sea posible. Usense ya sea 2 cucharadas rasadas de polvo humedecible de DDT al 50% por galón de agua, o 3 cucharadas rasadas de emulsión de aceite blanco más 1-1/2 cucharaditas de sulfato de nicotina al 40% por galón. Hágase una segunda aplicación aproximadamente 2 semanas más tarde. Las plantas de tiesto pueden sumergirse en una cubeta que contenga la mezcla insecticida, poniéndolas luego de lado para que escurra el sobrante.

En las plantas que no se dañan con riegos frecuentes, puede obtenerse una represión parcial rociándolas frecuentemente con agua a tanta presión como puedan resistirla.

[LAMINA L



ESCARABAJO HARINOSO DE LOS CITRICOS

A, planta de menta coleus cuyo crecimiento ha sido detenido por los escarabajos harinosos; *a*, masas de algodón que rodean los insectos; *b*, planta de menta coleus sana; *C*, etapas vitales; *b*, hembra rodeada de "algodón" y huevos; *c*, pequeños "rastreadores"; *d*, "rastreador" un poco mayor, y *e*, macho adulto. (*A y B*, aproximadamente tamaño natural. *C*, considerablemente aumentado.)

EL GUSANO DE SALMUERA

El gusano de salmuera es una plaga grave de las calabazas, pepinos y melones almizclados en los Estados del Sur de la costa del Atlántico y los de la costa del Golfo. Con frecuencia causa daños considerables en los Estados adyacentes, y ocasionalmente ocurre tan al Oeste como en Texas, Kansas, Missouri e Iowa, y tan al Norte como en la fila de Estados que se extienden al oriente de Illinois hasta Connecticut, siendo las calabazas de verano sus huéspedes favoritos.

El gusano de salmuera conserva su actividad durante el invierno en el extremo sur de Florida, en donde se encuentran continuamente disponibles sus huéspedes cultivados o nativos. Desde ésta y otras áreas subtropicales semejantes, el insecto se extiende cada año gradualmente hacia el Norte, apareciendo ordinariamente más tarde que otros insectos en la primavera.

Los huevos se depositan aislados y en pequeños montones entre los filamentos de las flores y botones de hojas, frutos pequeños y hojas tiernas, e incuban aproximadamente en 3 días. Los gusanos tiernos se alimentan en la superficie de las áreas en donde se depositaron los huevos, pero pronto penetran en el interior y mutilan las flores, brotes terminales, tallos, sarmientos y frutos. Los frutos no pueden comerse y las plantas se dañan o mueren. Los gusanos de salmuera se maduran en 6 a 28 días y se convierten en crisálidas en las hojas plegadas parcialmente o en los desechos debajo de las plantas. La etapa de crisálida dura de 5 a 31 días.

Represión: No es fácil impedir los daños del gusano de salmuera. En algunas áreas pueden evitarse en gran parte esos daños sembrando las cosechas susceptibles tan temprano en primavera como sea posible.

Se hacen necesarias las tempranas y frecuentes aplicaciones de algún insecticida cuando se cultivan cosechas susceptibles en verano y otoño, especialmente calabazas y pepinos, en áreas en las que abundan los insectos. Pueden matarse las larvas antes de que penetren a los frutos, pero no se ha desarrollado ningún programa satisfactorio de represión que esté exento de los riesgos de dejar residuos venenosos o de perjudicar el sabor de los frutos.

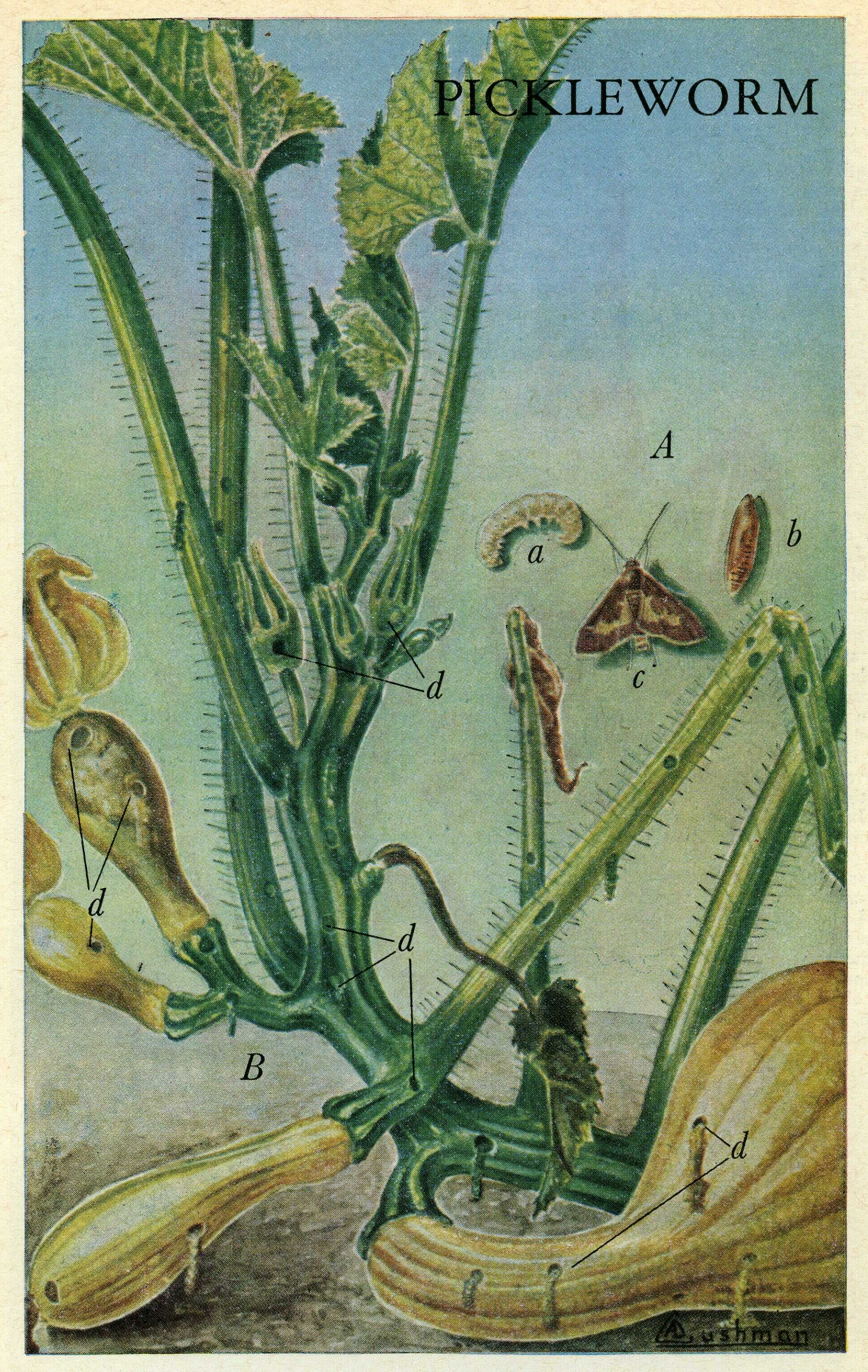
El empleo semanal del fungicida zineb para represión de enfermedades, ayudará a evitar los daños de los gusanos de salmuera.

A partir de la época en que aparecen por primera vez los gusanos y que puede ser en las 2 semanas siguientes a la siembra de una cosecha, aplíquese a intervalos semanales un polvo que contenga ya sea 1% de lindano o por lo menos 50% de criolita. Usense aplicaciones de 15 a 25 libras por acre o de 1 a 1-1/2 onzas para cada 50 pies de surco. El lindano debe proporcionar también una represión adecuada de los escarabajos del pepino y de los áfidos del melón y puede ser de algún valor contra el perforador de los sarmientos de las calabazas.

El lindano y la criolita son venenosos. No se apliquen a cualquier parte de la planta que vaya a enviarse al mercado o que se use como comestible, a menos de que se tenga la certeza de que el residuo será removido en debida forma, lavándolo, restregándolo o por cualquier otro medio. El uso del lindano hasta la recolección puede impartir un ligero mal sabor a los frutos. Hasta que se tenga información adicional sobre los efectos de los residuos de lindano en la tierra, no se use la sustancia en campos que vayan a sembrarse con papas u otras cosechas de raíz.

Puede obtenerse por lo menos una represión parcial después de que aparezcan los frutos, mediante el empleo semanal a razón a 20 a 30 libras por acre, de un polvo que contenga ya sea 1% de rotenona, 20% de cebadilla o 3% de piretrinas (0.2% si se usan en forma impregnada). Estas sustancias serán más eficaces si van precedidas de aplicaciones de lindano (antes de que aparezcan los frutos) y acompañadas de zineb.

[*LAMINA LI*



GUSANO DE SALMUERA

A, etapas vitales; *a,* larva; *b,* crisálida, y *c,* adulto. *B,* una pequeña porción de sarmiento de calabaza mostrando la completa destrucción de la cosecha y los daños a los sarmientos; *d,* agujeros de alimentación en los botones florales, tallos y frutos. (Todos tamaño natural.)

ABEJAS ALCALINAS

Las abejas alcalinas habitan los valles salados al oeste del Macizo Continental. En aquellos lugares en donde la tierra llena sus necesidades, pueden formar grandes grupos de nidos subterráneos que pueden comprender un millón de nidos y ocupar un acre de tierra o más. Aun los sitios de nidos más pequeños contienen ordinariamente miles de ellos. Esos sitios, que albergan poblaciones de abejas silvestres comparables a colmenas o apiarios enteros de abejas de miel, comprenden áreas de tierras que son de gran valor para los cultivadores de semillas de legumbres. En donde quiera que se cultiva la alfalfa de semilla a proximidad de los buenos sitios de nidos de abejas alcalinas, los rendimientos son excepcionalmente altos si se manejan debidamente los demás factores que contribuyen a la producción de semillas. Algunos distritos en el centro de Washington y de Utah que se han hecho famosos por sus constantes y altos rendimientos de semilla de alfalfa, dependen en gran parte de estas abejas para su polinización.

Las abejas alcalinas localizan sus nidos en tierras de grano fino con mucha humedad y un bajo contenido orgánico. Evitan las áreas en las que el agua se estanca por largos períodos de tiempo y sólo toleran una vegetación corta y escasa. En consecuencia, los sitios de nidos se encuentran en los montículos bajos y en las laderas suaves en donde la humedad de la tierra se conserva cerca de la superficie y en las que una alta proporción de evaporación ha producido salinidad y vegetación escasa.

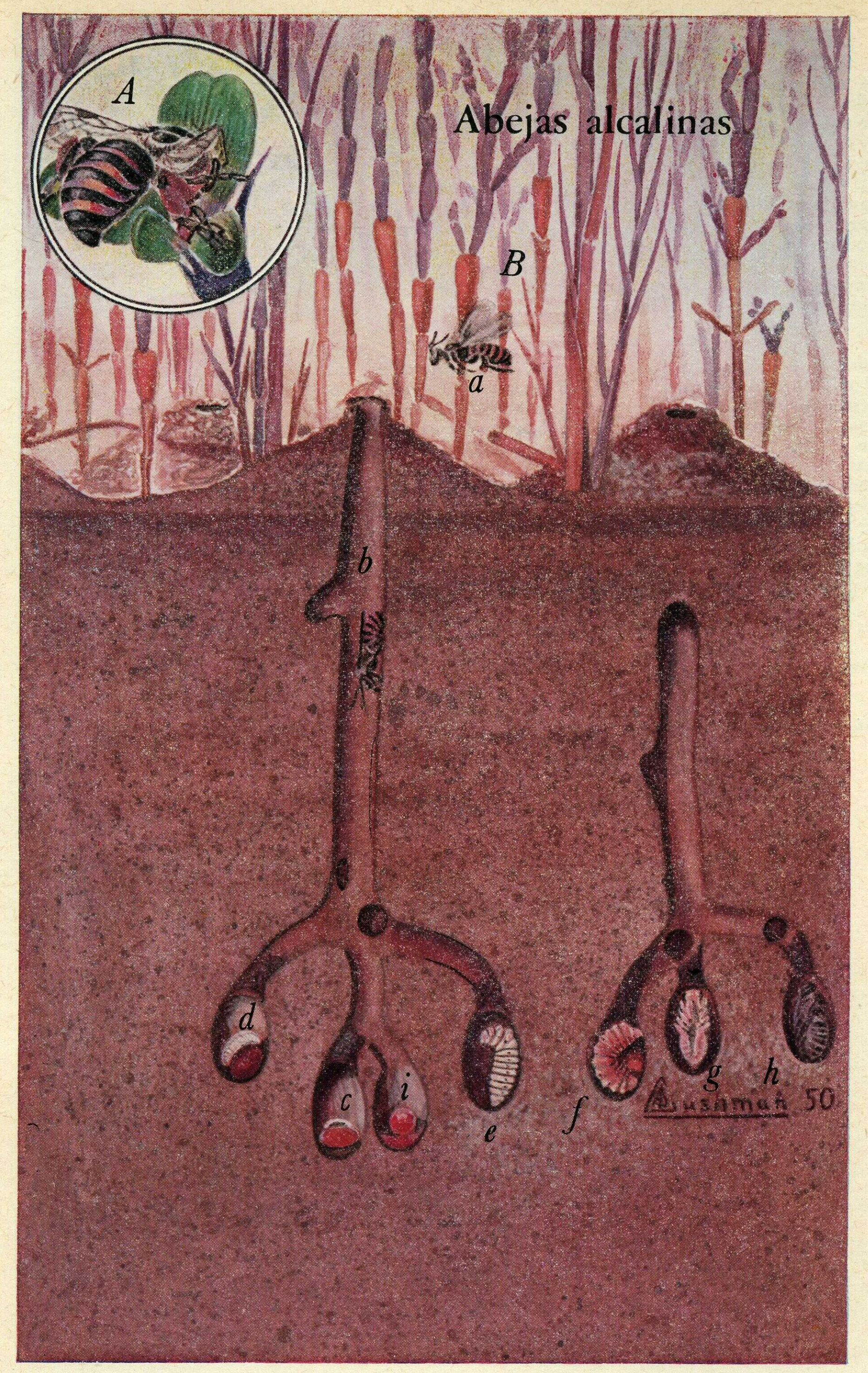
En años recientes las abejas alcalinas han aumentado en la mayor parte de su territorio debido probablemente al incremento de las superficies en donde se cultivan sus plantas forrajeras favoritas y a los cambios favorables producidos por el hombre en las condiciones de la tierra. Algunos agricultores progresistas protegen ahora los nidos en lugar de enterrarlos y en algunos lugares los agricultores se han propuesto crear nuevos sitios de nidos.

Las abejas alcalinas son sumamente gregales, pero se clasifican como abejas solitarias en el sentido de que no tienen el sistema de castas o de división de labores. Cada hembra construye, aprovisiona y sella su propio nido, y después de poner sus huevos en celdillas separadas no tiene contactos ulteriores con sus progenies. Los machos adultos y las hembras salen de la tierra en verano. Los machos salen primero y distribuyen su tiempo libando el néctar de las plantas cercanas y zigzagueando sobre los campos y sitios de nidos en busca de las hembras. Poco tiempo después de su salida, las hembras se acoplan y comienzan a excavar sus nidos. Después de traer su primera carga de polen de los campos, una hembra debe construir su túnel principal, formar unas cuantas celdillas y terminar una para que pueda ser habitada. Hacen una esfera tosca con 3 ó 4 cargas de polen que mezclan luego con una carga de néctar, amasándola en forma de esferoide liso y aplanado. Se deposita un huevo en la esfera de polen antes de que se cierre la celdilla y se selle. Un nido completo contiene ordinariamente de 8 a 15 celdillas.

Las larvas de las abejas consumen sus provisiones en unas cuantas semanas. Algunas de ellas se transforman en crisálidas y salen como segunda generación parcial. Las demás, así como las progenies de la segunda generación, pasan el invierno como larvas maduras que no se transforman en crisálidas hasta unas cuantas semanas antes de su tiempo de salida durante el verano siguiente.

La mayoría de los sitios de nidos muestran actividad aproximadamente durante dos meses. El máximo de actividad, que dura aproximadamente un mes, cae comúnmente a fines de julio y principios de agosto, pero puede adelantarse o retrasarse por el desarrollo temprano o tardío de altas temperaturas en la tierra. Para obtener el máximo beneficio de las abejas alcalinas, los cultivadores de semillas deben procurar que el período de floración de su cosecha ocurra con la oportunidad debida. En los sitios con vegetación es posible adelantar la fecha de salida de las abejas aplicando un herbicida en primavera.

[*LAMINA LII*



A, abeja abriendo una flor de alfalfa (aproximadamente 5 veces tamaño natural). *B,* típico sitio herboso de nido, mostrando los montículos superficiales, túneles subterráneos y etapas vitales: *a,* abeja macho; *b,* hembra; *c,* huevo en la esfera de polen; *d,* larva tierna; *e,* precrisálida; *f,* larva completamente alimentada; *g,* crisálida clara; *h,* crisálida oscura; *i,* esfera de polen sin terminar. (Todos aproximadamente tamaño natural.)

GUSANO DE CUERNO DEL TABACO

El gusano de cuerno del tabaco, al igual que el gusano de cuerno del tomate, al que se asemeja mucho, se alimenta vorazmente en las hojas de tabaco, tomate y plantas relacionadas. Debido a su gran tamaño y apetito, unos cuantos gusanos de cuerno pueden destruir las plantas.

La progenitora del gusano de cuerno del tabaco es una gran mariposa-halcón que a veces se confunde en su vuelo con un colibrí. Los huevos se depositan en la parte inferior de las hojas y aproximadamente en una semana sale un pequeño gusano de cuerno de cada uno de ellos. Se alimentan en las hojas hasta que alcanzan su total desarrollo aproximadamente en 3 ó 4 semanas. El gusano de cuerno maduro penetra varias pulgadas dentro de la tierra y entra a la etapa de crisálida o de reposo. Ordinariamente permanece inactivo de 2 a 4 semanas, aunque esta etapa puede durar hasta la primavera siguiente. Cuando sale la mariposa de la cubierta de crisálida, deja la tierra para acoplarse y poner los huevos de la siguiente progenie.

Represión: A pesar de su gran tamaño y del aspecto formidable de su cuerno, el gusano de cuerno es fácil presa de sus enemigos naturales. A la mitad de su tamaño, el gusano de cuerno es la víctima de una pequeña avispa *(Apanteles congregatus)* que lo persigue y deposita sus huevos en las cavidades del cuerpo del gusano de cuerno. Se han encontrado hasta 377 larvas de esta avispa alimentándose dentro de un solo gusano de cuerno. Las larvas se maduran en una semana o dos y forman crisálidas blancas sujetas al dorso del gusano de cuerno debilitado, y que le dan el aspecto de estar cubierto con pequeños huevos. El gusano de cuerpo parasitizado se vuelve cada vez más débil y torpe y pronto muere. Las larvas maduras de la avispa permanecen ordinariamente en la cubierta durante 3 ó 4 días y luego entran a su vez en la etapa de crisálida, que dura también otros 3 ó 4 días, después de los cuales salen las avispas adultas. Algunas de las larvas, sin embargo, no se transforman en crisálidas sino hasta la primavera siguiente y permanecen en las cubiertas que caen al suelo y quedan protegidas en los desechos.

Esa avispa y otros enemigos naturales, hacen mucho para disminuir el número de los gusanos de cuerno, pero no puede dependerse de ellas para evitar los daños al tabaco o al tomate. Cuando se hacen necesarias las medidas de represión, debe emplearse cualquiera de las siguientes:

Destrúyanse las plantas de tabaco tan pronto como se recolecte la cosecha.

En los plantíos pequeños, remuévanse a mano los gusanos de cuerno de las plantas infestadas.

Aplíquese un polvo de TDE al 10% a razón de 30 libras por acre en cada aplicación.

[LAMINA LIII



GUSANO DE CUERNO DEL TABACO Y UNO DE SUS ENEMIGOS

A, crisálidas y adulto parásitos en el gusano de cuerno (considerablemente aumentados); *a,* huevo del gusano de cuerno; *b,* larva tierna; *c,* larva madura; *d,* crisálida; *e,* mariposa adulta. (Todas las etapas del gusano de cuerno aproximadamente de tamaño natural.)

MANTIDE RELIGIOSA

En los Estados Unidos de Norteamérica ocurren varias especies de mántides religiosas. Dos grandes y notorias especies, de origen asiático y europeo, vinieron a este país hace más de 50 años, probablemente en materiales de vivero, y ahora se encuentran ordinariamente en el Nordeste. La forma asiática, que es la más grande, tiene aproximadamente 3 pulgadas de largo cuando alcanza su desarrollo total.

Las mántides religiosas tienen curiosos hábitos y raras estructuras. Recibieron su nombre debido a la forma poco común en que colocan la parte anterior del cuerpo y las fuertes patas delanteras, que las hace aparecer como si estuvieran rezando. No tienen aguijón y la saliva de color o curo que arrojan de sus bocas es inofensiva.

Las especies del Nordeste producen una generación al año. Los huevos se depositan durante el otoño en una masa blanda de un diámetro aproximado de una pulgada o mayor en las zarzas, tallos de las hierbas o ramas de los matorrales bajos. Esa masa espumosa de aspecto tejido se endurece formando una sustancia fibrosa y se vuelve de color más oscuro. Cada hembra puede depositar varias masas de huevos, cada una de las cuales contiene aproximadamente 50 huevos y muere poco tiempo después de haberlos depositado.

La incubación ocurre en la primavera siguiente cuando hay abundante alimento de insectos. La mántide muda varias veces antes de madurarse a fines del verano. Ordinariamente es de color claro durante las primeras etapas y se vuelve más oscura con la edad. Las hembras totalmente desarrolladas son más grandes y robustas que los machos y tienen grandes abdómenes distendidos.

Las mántides, con sus patas delanteras levantadas frente a sus cabezas, se encuentran en el follaje y en las flores frecuentados por varios insectos. Se asemejan algo al color del follaje o de las flores a su alrededor y aguardan con paciencia a que se aproxime cualquier insecto. Entonces, con un rápido movimiento, sujetan la presa con sus patas delanteras que tienen hileras de agudos dientes para detener los insectos, y los devoran. Las etapas tiernas se alimentan con áfidos, pequeñas orugas, moscas y otros insectos de cuerpo blando. Las mántides más desarrolladas pueden capturar insectos mayores, y cuando están totalmente crecidas pueden matar y devorar escarabajos, orugas, avispas y otros insectos mayores.

Las mántides se consideran ordinariamente como insectos benéficos porque destruyen muchas plagas de insectos. Sin embargo, también capturan y devoran abejas de miel y otros insectos benéficos. Las mántides no son lo suficientemente abundantes en cualquier localidad para ser de gran ayuda en la represión de las plagas de insectos.

[*LAMINA LIV*



Algunas de las etapas de desarrollo de una mántide común: *a,* masa de huevos sujeta al tallo; *b,* ninfas recién incubadas; *c,* ninfa grande; *d,* hembra adulta alimentándose con un saltamontes. (Todas las etapas aproximadamente de tamaño natural.)

ESCARABAJO DE LA CALABAZA

El escarabajo de la calabaza se alimenta succionando la savia de las hojas de la calabaza, calabaza de Castilla y plantas relacionadas. Las hojas que ataca se marchitan rápidamente y se vuelven negras y tostadas, como si el flujo de savia se detuviera o estuviera envenenado. Las plantas pequeñas pueden morir inmediatamente y en las plantas más viejas pueden morir sólo algunas hojas o sarmientos.

Sólo los escarabajos progenitores que no se han acoplado, pueden sobrevivir al invierno. Inviernan en toda clase de lugares protegidos, pero prefieren esconderse bajo montones de tablas o en los edificios. En primavera, cuando las plantas comienzan a desarrollar sarmientos, los escarabajos vuelan a los huertos y depositan sus huevos en el lado inferior de las hojas. Las ninfas tiernas y sin alas brotan de los huevos en una semana o dos y comienzan a alimentarse, necesitando de 4 a 6 semanas para llegar a la madurez, ocurriendo sólo una generación al año.

Represión: Espolvoréese con 10 a 20% de polvo de semilla de cebadilla. En los pequeños plantíos remuévanse a mano los adultos, ninfas y huevos. Captúrense los adultos bajo pequeñas piezas de madera colocadas en la tierra alrededor de las plantas. Recójanse y mátense los escarabajos atrapados cada mañana.

Una pequeña mosca taquina *(Tricopoda pennipes)* hace presa en el escarabajo de la calabaza y eventualmente causa su muerte. La mosca deposita sus huevos en el escarabajo de la calabaza maduro o casi maduro. En 3 ó 4 días se incuba una larva de cada huevo y penetra dentro del escarabajo, en donde comienza a desarrollarse a medida que el escarabajo se madura. Sólo se desarrolla una larva en cada escarabajo, necesitándose 2 ó 3 semanas en verano para que la larva alcance su desarrollo total. Durante ese tiempo el escarabajo de la calabaza continúa viviendo, pero gradualmente se vuelve incapaz de producir huevos. Cuando se madura la larva, abandona el escarabajo, se dirige a la tierra y penetra en ella para transformarse en crisálida. El escarabajo de la calabaza muere al salir su parásito. La etapa de crisálida de la larva taquina dura ordinariamente 2 semanas y ocurren varias generaciones al año. Si se viene el invierno, sin embargo, la mosca lo pasa como larva dentro del cuerpo del escarabajo de la calabaza y no se madura sino hasta la primavera.

[*LAMINA LV*



A, a, mosca parásita; *b,* diagrama de un escarabajo de la calabaza mostrando el tamaño relativo y localización de la larva parásita en el huésped. *B,* algunas de las etapas vitales del escarabajo de la calabaza; *c,* huevos; *d,* ninfa recién incubada; *e,* ninfa a medio crecer; *f,* adulto. *C,* planta dañada; *g,* masa de huevos; *h,* ninfas de unas cuantas horas; *i,* adulto. (*A* y *B* aproximadamente al doble del tamaño natural.)

ESCARABAJOS PESTILENTES

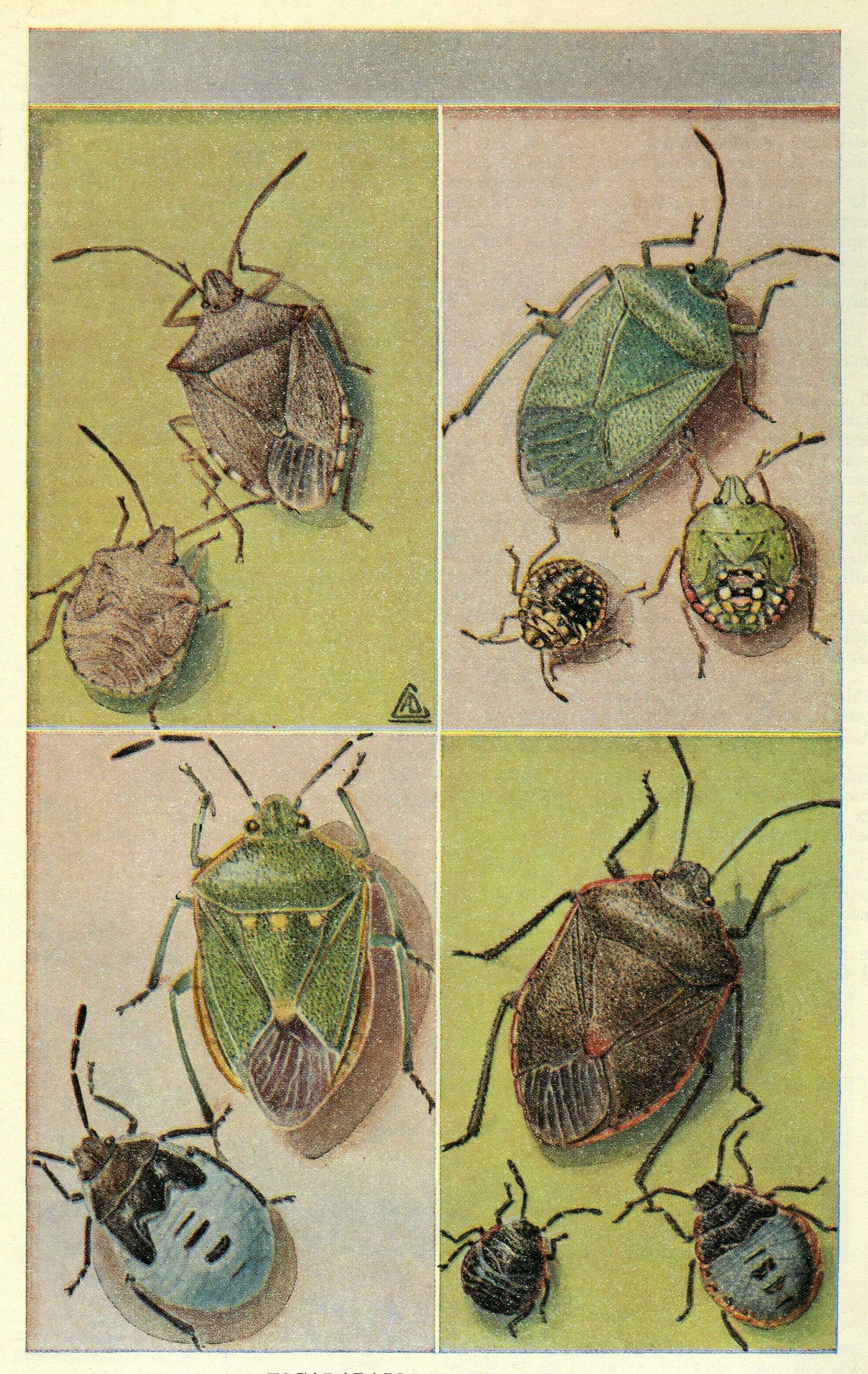
Los escarabajos pestilentes atacan una gran variedad de plantas. Algunas especies dañan gravemente el algodón en todas las áreas donde éste se cultiva. Se alimentan principalmente en las cápsulas y rara vez invaden en gran número los campos de algodón antes de que las plantas produzcan fruto. Insertan sus picos parecidos a aguijones en las cápsulas y succionan los jugos de las semillas no maduras. Las perforaciones pueden causar la caída de las cápsulas tiernas. Las pequeñas cápsulas se vuelven blandas, de color amarillento, y se caen. Las cápsulas perforadas que no se caen de las plantas pueden mostrar daños que varían de una pequeña mancha en un rizo de la cápsula madura hasta lo que se llama una cápsula "incosechable", o sea una en la que todos los rizos han sido perforados. Varios de esos daños producen una cápsula momificada y prematuramente abierta en la que la fibra de todos los rizos queda manchada, cortada, debilitada y de poco valor comercial. Si las poblaciones son abundantes y no se reprimen, el rendimiento puede disminuir en más de la mitad, reduciéndose considerablemente la calidad de la fibra y la semilla.

El escarabajo pestilente café del Sur, ocurre en todos los Estados productores de algodón y al Oeste hasta New Mexico. El escarabajo pestilente café de Arizona, estrechamente relacionado, ataca el algodón en New Mexico, Arizona y California. El territorio del escarabajo pestilente verde del Sur comprende el extremo sur de los Estados Unidos de Norteamérica, aunque a veces ocurre al norte de esa área. Se han notado los daños más serios al algodón en los Estados del Sudeste. El escarabajo pestilente Say ocurre más abundantemente en Texas, Oklahoma, New Mexico, Arizona y California. La concuela ocurre más a menudo en los algodones de Texas y New Mexico.

Represión: Pueden reprimirse los escarabajos pestilentes del algodón por medio de polvos que contengan suficiente hexacloruro de benzol para dar 3 por ciento de su isómero gama, más 5% de DDT y 40% de azufre, o suficiente hexacloruro de benzol para dar 2% de su isómero gama, más 10% de DDT y 40% de azufre. Puede usarse también un polvo que contenga 15% de toxafeno más 5% de DDT y 40% de azufre. Estos polvos deben aplicarse a razón de 10 a 15 libras por acre.

Se ha obtenido una represión eficaz con dos tratamientos de rocíos hechos con emulsiones concentradas: Hexacloruro de benzol en cantidad suficiente para dar 0.4 de libra de su isómero gama por acre, o hexacloruro de benzol para dar 0.3 de libra de su isómero gama, más 0.75 de libra de DDT por acre.

[*LAMINA LVI*



ESCARABAJOS PESTILENTES

Arriba, izquierda: ESCARABAJO PESTILENTE CAFE DEL SUR. Adulto, ninfa en su cuarta etapa. Arriba, derecha: ESCARABAJO PESTILENTE VERDE DEL SUR. Adulto, ninfa en su tercera etapa, ninfa en su cuarta etapa. Abajo, izquierda: ESCARABAJO PESTILENTE SAY. Adulto, ninfa en su cuarta etapa. Abajo, derecha: CONCUELA. Adulto, ninfa en su tercera etapa, ninfa en su cuarta etapa. (Todas las etapas, aproximadamente, tres veces tamaño natural.)

GUSANO DE LA MAZORCA DEL MAIZ

El gusano de la mazorca de maíz, conocido también como gusano del fruto del tomate y gusano de la cápsula, ataca muchas cosechas cultivadas. Aquí se discute solamente como enemigo del maíz. La mariposa deposita sus huevos ordinariamente en los filamentos del maíz e incuban en 2 a 8 días. Las pequeñas larvas u orugas se alimentan hacia abajo, siguiendo los filamentos, hasta el extremo de la mazorca. Frecuentemente se causan daños serios a la mazorca con su alimentación y con la fermentación de las lamas que le siguen. La larva totalmente crecida abandona la mazorca, entra a la tierra y se convierte en crisálida, de la que sale la mariposa. El desarrollo de huevo a adulto necesita aproximadamente 30 días a mitad del verano. Las crisálidas producidas a fines del verano o en el otoño pueden pasar el invierno en la tierra y convertirse en mariposas en la primavera siguiente o a principios del verano. Generalmente se producen dos generaciones anuales en el Norte, pero en el Sur puede haber cinco generaciones o más.

Represión: Pueden disminuirse los daños en el maíz de campo cultivando especies con mazorcas largas y apretadas, y en el Sur, mediante la siembra temprana.

El maíz dulce puede protegerse por medio de rocíos. Prepárese una emulsión mezclando 3 cuartos de galón de concentrado emulsificable de DDT al 25% obtenible comercialmente, y 2-1/2 galones de aceite mineral blanco con viscosidad Saybolt de 65 a 95 segundos, y mézclese todo perfectamente con agua para hacer 25 galones. Para cantidades más pequeñas, úsese 1/4 de pinta de concentrado emulsificable de DDT y 3/4 de pinta del aceite, con agua para hacer un galón de rocío. Aplíquese el rocío a las mazorcas un día después de que aparezcan los filamentos en el campo y de nuevo dos días más tarde. Ordinariamente se aumenta la represión con una tercera aplicación hecha 2 días después de la segunda. Rocíese sólo una cantidad suficiente de la mezcla para mojar las mazorcas. Veinticinco galones de rocío serán suficientes para un acre de maíz y un galón será suficiente para tratar una parcela de un tamaño aproximado de 17 × 100 pies.

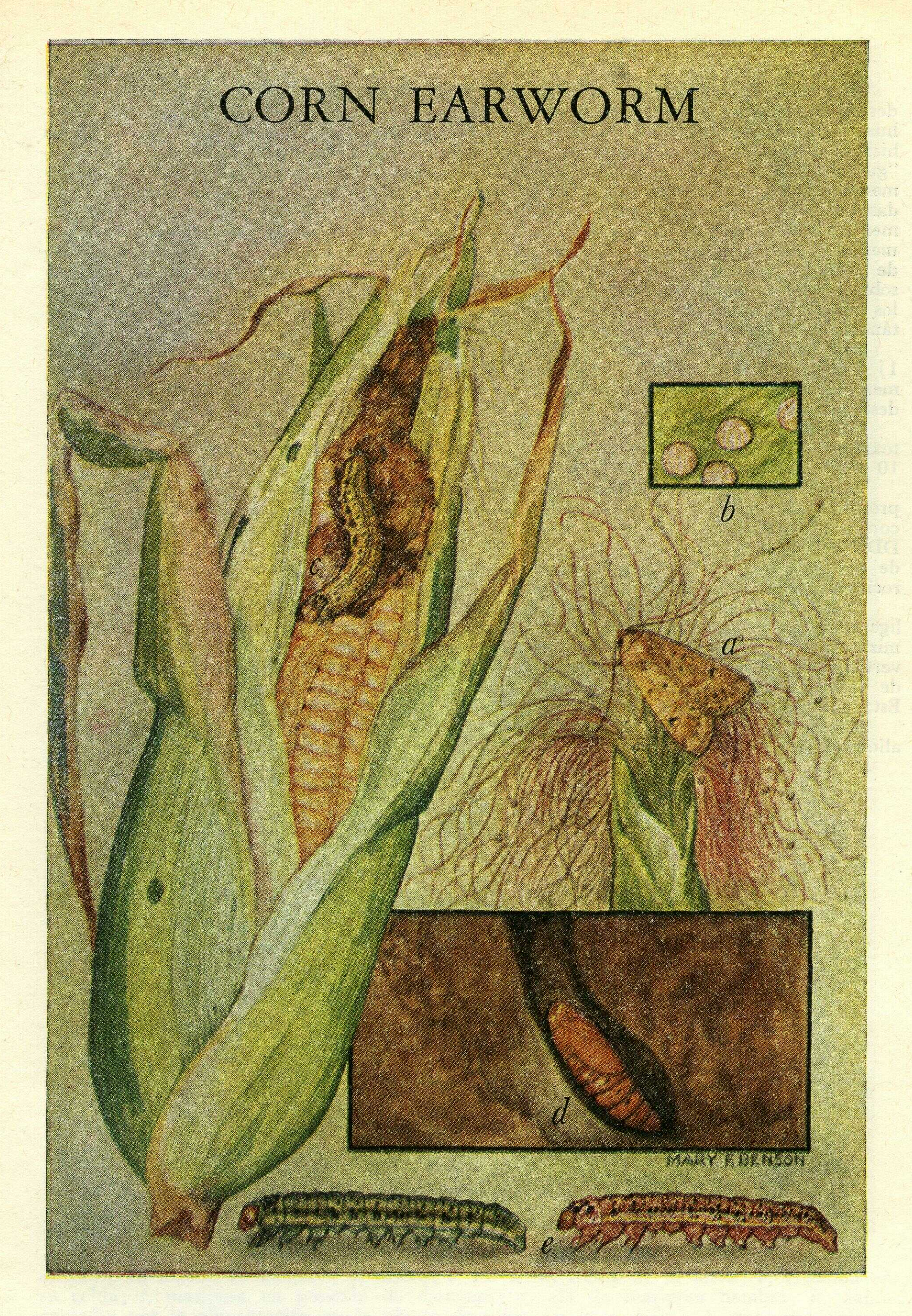
Un rocío preparado en forma semejante, pero que contenga sólo 1-1/4 galones de aceite mineral para cada lote de 25 galones, puede aplicarse a toda la planta para disminuir los daños causados por el gusano del botón al maíz dulce antes de que aparezcan las panojas y filamentos.

Un buen rociador de mano es adecuado para tratar los pequeños huertos de maíz dulce. Para superficies comerciales úsese un rociador mecánico alto, con toberas huecas de cono ajustadas para dar una cobertura adecuada, pero no excesiva, en las mazorcas. Agítese bien la emulsión a fin de que no se separe el aceite.

Puede reprimirse también el gusano de la mazorca en los pequeños plantíos de maíz dulce, inyectando en los filamentos en la punta de cada mazorca aproximadamente 1/4 de cucharadita de aceite mineral blanco refinado. Si se puede obtener, úsese un aceite ya preparado que contenga 0.2% de piretrinas. Aplíquese con una aceitera larga de bomba o úsese un gotero de vidrio, lleno a la mitad con aceite para cada mazorca pequeña, y a las tres cuartas partes para cada mazorca grande. No se aplique el aceite hasta que los filamentos se hayan marchitado y comiencen a ponerse de color café los extremos. El tratamiento prematuro impedirá la polinización y producirá mazorcas incompletas.

Debido al peligro de los residuos venenosos, los olotes u otras partes de plantas de maíz tratadas con DDT no deben usarse como alimento para el ganado lechero o para el de engorda que se prepara para los rastros.

[*LAMINA LVII*



GUSANO DE LA MAZORCA DEL MAIZ

a, mariposa (o adulto) y huevo en los filamentos; *b,* huevos, *c,* gusano de la mazorca alimentándose en una mazorca de maíz; *d,* crisálida en su celda; *e,* fases de color del gusano de la mazorca. (Todos, con excepción de *b,* aproximadamente tamaño natural; *b,* cinco y media veces tamaño natural.)

GUSANO DE EJERCITO DE OTOÑO

El gusano de ejército de otoño se conoce principalmente como enemigo del maíz en desarrollo, pero se alimenta en muchas otras cosechas cultivadas (alfalfa, algodón, cacahuates y hierbas), así como en plantas silvestres. Los huevos se depositan por la noche en las hierbas u otras plantas e incuban aproximadamente en 5 días. Las larvas tiernas (orugas o "gusanos") se alimentan al principio cerca de la tierra, alcanzan su desarrollo total aproximadamente en 20 días y entran luego a la tierra a una profundidad de unas cuantas pulgadas, en donde se transforman en crisálidas. La etapa inactiva de crisálida dura aproximadamente 10 días. Después de que las mariposas salen de las cubiertas de crisálidas, vuelan a menudo muchas millas antes de que las hembras pongan huevos. El gusano de ejército de otoño puede tener hasta 6 generaciones al año en los Estados del Golfo, pero no sobrevive al invierno más al Norte. Además de devorar las hojas de maíz y perforar los tallos, las larvas pueden perforar las mazorcas y especialmente sus soportes, alimentándose extensamente en ellas.

Represión: Puede reprimirse el gusano de ejército de otoño con los siguientes rocíos: 1) 2 libras por acre de un polvo humedecible que contenga 50%, ya sea de DDT o TDE mezclado con 40 galones de agua. 2) Un concentrado emulsificable de toxafeno aplicado desde un aeroplano a razón de 1-1/2 a 2 libras de toxafeno en 2 galones de rocío por acre.

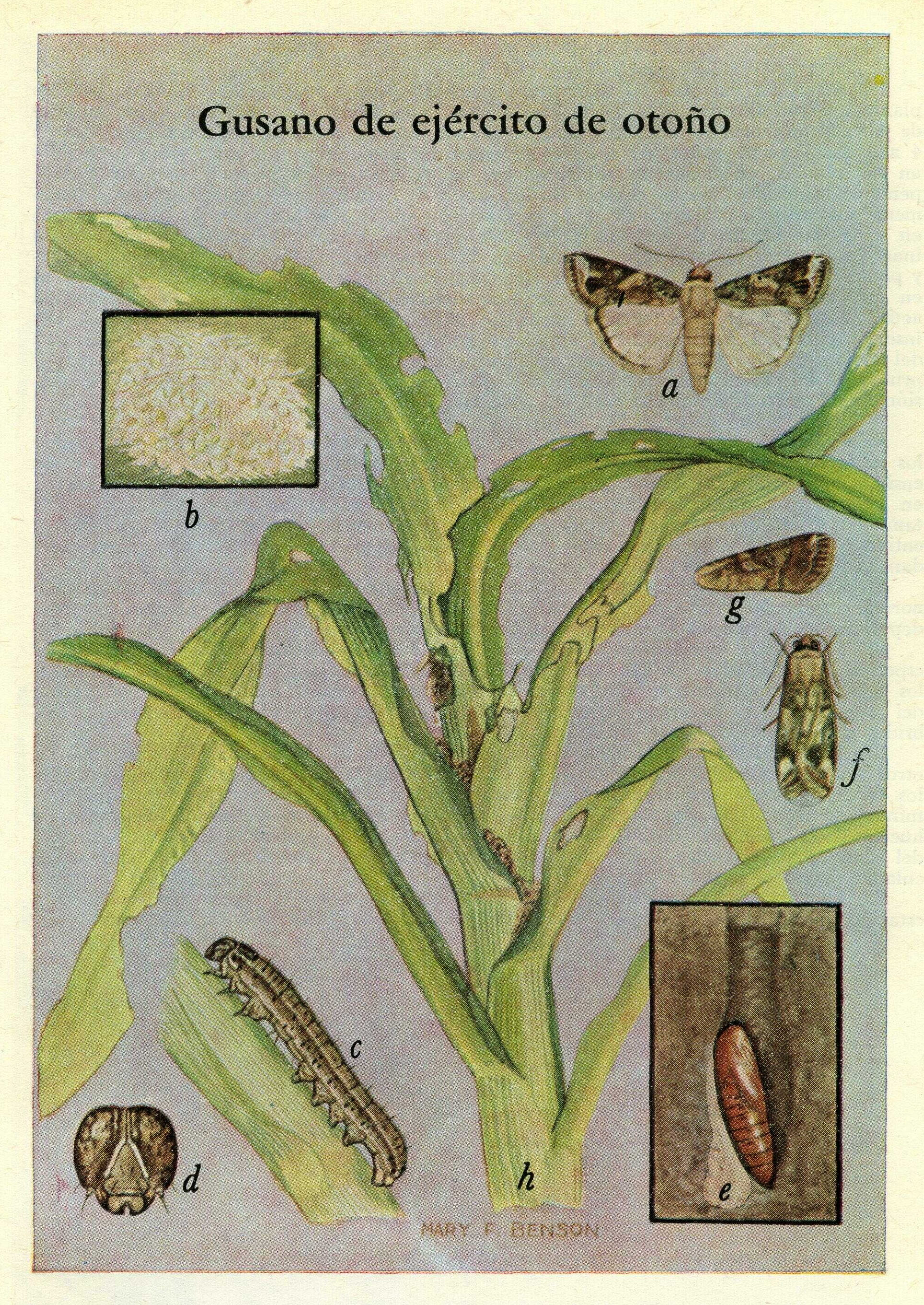
Se obtiene también una buena represión con un polvo que contenga 5% de DDT, toxafeno o TDE, a razón de 40 libras por acre, o 20% de polvo de toxafeno a razón de 10 a 15 libras por acre.

Para reprimir los daños del "gusano del brote" en el maíz dulce, causados por la profunda alimentación de los gusanos en los verticilos de la planta de maíz, rocíense con una emulsión hecha de 3 cuartos de galón de un concentrado emulsificable de DDT al 25%, 5 cuartos de galón de un aceite mineral blanco de viscosidad Saybolt de 65 a 95 segundos y agua suficiente para hacer 25 galones de rocío. Aplíquense los rocíos a razón de 25 galones por acre.

Cuando haya grandes cantidades de gusanos en el suelo, pueden destruirse esparciendo ligeramente un cebo envenenado sobre los campos infestados, y en ocasiones pueden reprimirse las infestaciones moderadas del maíz, espolvoreando ligeramente el cebo en los verticilos de las hojas. Para prepararlo, mézclense 50 libras de salvado de trigo con 2 libras de verde de París y añádanse luego 6 galones de agua para forma una pasta húmeda. Esta cantidad es suficiente para 2 ó 3 acres.

No debe emplearse el heno o forraje tratado con DDT, TDE o toxafeno como alimento del ganado lechero o de engorda que se esté preparando para los rastros.

[*LAMINA LVIII*



a, mariposa macho (o adulto); *b,* huevo; *c,* larva; *d,* frente de la larva; *e,* crisálida en su celda; *f,* mariposa en posición de descanso; *g,* ala de mariposa hembra; *h,* daños causados por la alimentación en la planta de maíz. (*a, c, e, f, g* y *h,* aproximadamente una y un tercio de veces el tamaño natural; *b,* doble del tamaño natural; *d,* ocho veces tamaño natural.)

PERFORADOR EUROPEO DEL MAIZ

El perforador europeo del maíz ataca muchas cosechas cultivadas y hierbas, pero su planta huésped favorita es el maíz. Los huevos, depositados uno sobre otro como escamas de pescado en masas de 15 a 20, o más, en el lado inferior de las hojas de maíz, incuban en 4 a 9 días. Los pequeños perforadores se arrastran inmediatamente hasta sitios protegidos en las plantas, en donde se alimentan en los tejidos de las hojas y panojas tiernas, penetrando eventualmente dentro de los tallos y mazorcas. Se maduran aproximadamente en un mes, y después de dejar una salida para la mariposa adulta, se transforman en crisálidas dentro de los túneles, ya sea inmediatamente o después de un período inactivo. Las mariposas adultas abandonan las cubiertas de crisálidas en 10 a 14 días y ponen aproximadamente 400 huevos cada una en el maíz u otras plantas que encuentren en una etapa atractiva de crecimiento. Las mariposas viven de 10 a 24 días y vuelan activamente al caer la tarde o durante la noche, pudiendo emigrar varias millas. Los insectos pasan el invierno en la etapa de perforadores dentro de los tallos infestados del maíz u otras plantas, en donde se transforman en mariposas a fines de primavera o principios del verano. Ocurren una o más generaciones al año, dependiendo de la extensión de la estación de crecimiento en diferentes latitudes.

Represión: A. Destrúyanse los perforadores que sobrevivieron al invierno removiendo los tallos infestados de maíz, empleándolos directamente como alimento del ganado, como ensilaje o en forma de trozos o porciones finamente cortadas; enterrándolos completamente en el otoño o a principios de primavera antes de que salgan las mariposas, usando aditamentos tales como guardas de desperdicios, alambres o cadenas para hacer que se entierren todos los tallos o quemando completamente las plantas infestadas cuando no puedan emplearse otros métodos de destruirlas.

B. Siémbrese tan tarde como sea prácticamente posible, pero sólo dentro del período normal de siempre aconsejado para cada localidad. Las mariposas de la primera progenie depositan sus huevos en el maíz que se planta más temprano.

C. Siémbrense especies de maíz híbrido resistentes o tolerantes. No hay disponibles especies inmunes, pero los híbridos difieren en su resistencia y tolerancia. Selecciónense los tipos que se maduran cuando se siembran moderadamente tarde. Consúltese al agente del condado o a la estación experimental estatal para seleccionar los mejores híbridos que deban sembrarse en cada localidad.

D. Modifíquense las prácticas de recolección: Evítese el sembrar trigo de otoño u otros granos pequeños en el maíz o en el desecho de maíz. Entiérrense completamente los tallos de maíz o córtense al nivel de la tierra y remuévanse antes de sembrar gramíneas pequeñas. Dispóngase de todos los tallos de maíz dulce en todos los campos y huertos inmediatamente después de recolectar las mazorcas, empleándolas como alimento del ganado, como ensilaje o enterrándolas. Dispóngase de los olotes y otros residuos de las enlatadoras en la misma forma.

E. Usense insecticidas cuando sea conveniente. Consúltese al agente del condado o estación experimental estatal para obtener las mejores recomendaciones en cada temporada.

[*LAMINA LIX*



a, masas de huevos en el lado inferior de la hoja; *b,* larvas en el tallo y mazorca de maíz; *c,* crisálida en el tallo; *d,* mariposa hembra; *e,* mariposa macho; *f,* desechos de los túneles de las larvas. (Masas de huevos aproximadamente tres veces tamaño natural; otras etapas aproximadamente una y cuarto veces tamaño natural.)

ESCARABAJO DE FRANJA BLANCA

Las larvas del escarabajo de franja blanca viven en la tierra y se alimentan en las raíces de muchas clases de plantas, incluyendo judías, algodón, maíz, cacahuates, papas, varias hierbas y plantas de ornato. Su alimentación es más abundante en primavera, cuando están casi totalmente crecidas.

Las tres especies y varias razas de escarabajos de franja blanca son semejantes en su aspecto y hábitos, y la que se ilustra es la *Graphognathus leucoloma striatus*.

Se sabe que en 1951 estaban infestados con los escarabajos alrededor de 310,000 acres de tierra en Alabama, Florida, Georgia, Louisiana, Mississippi, North Carolina, South Carolina y Tennessee.

Los insectos pasan el invierno como larvas. En primavera o a principios del verano la mayoría de las larvas se transforman en adultos en pequeñas celdas que forman en la tierra. Los adultos, todos ellos hembras sin alas, salen ordinariamente de la tierra durante el verano y depositan sus huevos en pequeñas masas, sujetas comúnmente a los tallos de las plantas, en las ramas o piedras, en la superficie de la tierra o inmediatamente debajo de ella. Un solo escarabajo puede vivir 2 ó 3 meses y depositar de 600 a 700 huevos. Estos incuban aproximadamente en 2 semanas en tiempo caliente y húmedo y las larvas entran inmediatamente a la tierra, en donde permanecen hasta que están completamente desarrolladas, ocurriendo comúnmente una generación al año.

Represión: El Departamento de Agricultura está cooperando con las agencias estatales en la represión de los escarabajos de franja blanca y en la conservación de cuarentenas para evitar su propagación.

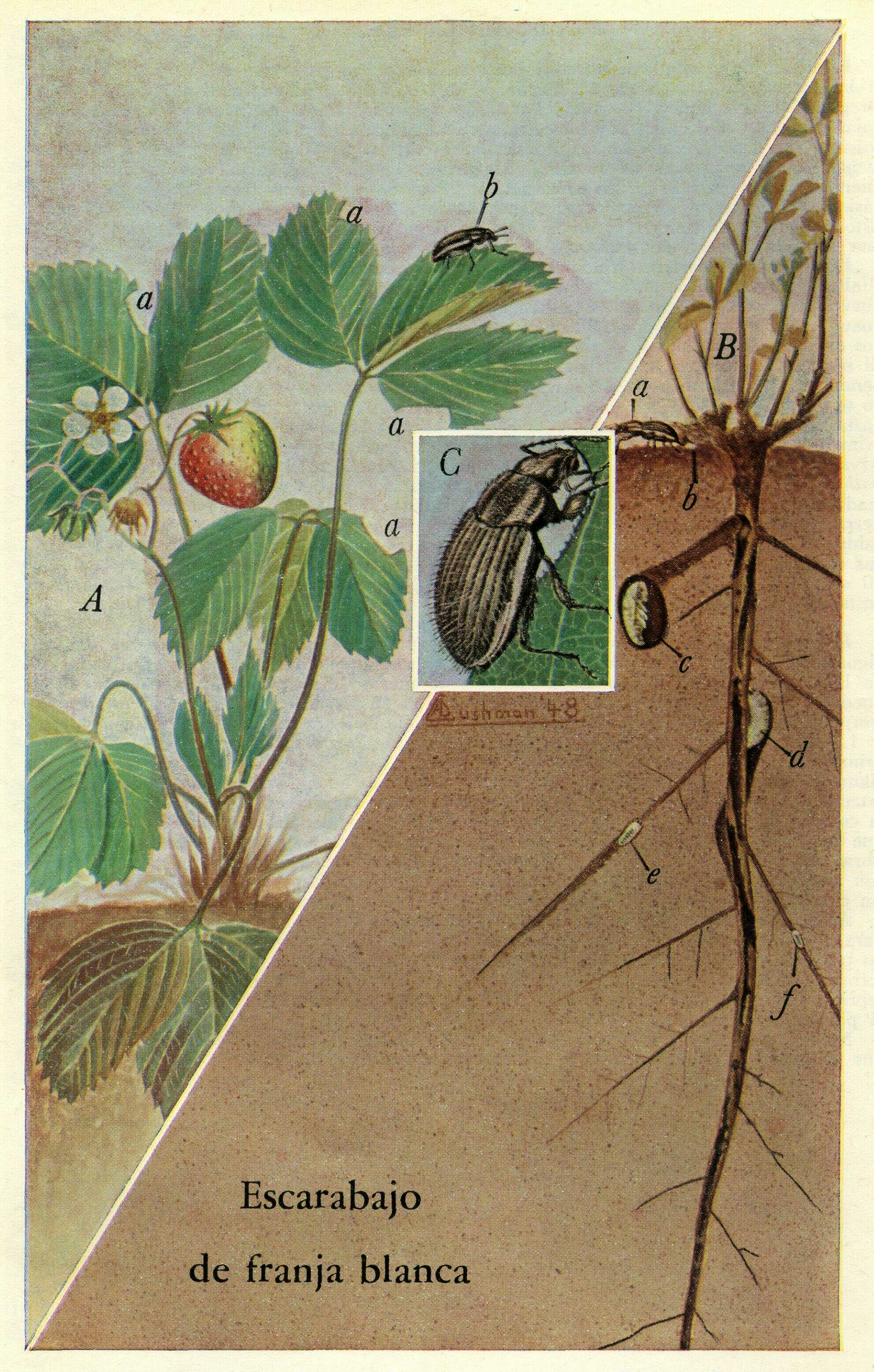
Represión de las larvas mediante el tratamiento de la tierra. Aplíquense uniformemente a la superficie de la tierra 10 libras de DDT por acre en forma de polvo (ejemplo, 200 libras de un polvo de DDT al 5%), ya sea a mano o con un esparcidor mecánico, o aplíquese en forma de rocío. Arese con discos o cultívese inmediatamente a fin de que se impregnen las 4 pulgadas superiores de la tierra.

Represión de los adultos por medio de aplicaciones al follaje. Rocíense los patios, lotes vacíos, campos baldíos, arbustos, flores u otras plantas que no se usen como alimento del hombre o de los animales, con media a una libra de DDT por acre en una suspensión acuosa o en una emulsión. Aplíquese el rocío cada 10 ó 15 días durante toda la estación de escarabajos. Para rocíos de suspensión, úsense 2 libras de un polvo humedecible que contenga 50% de DDT en 100 galones de agua, o para cantidades pequeñas un tercio de onza del polvo en un galón de agua. Las emulsiones de DDT tienen mayor valor residual que las suspensiones. Se pueden obtener emulsiones ya preparadas y deben emplearse de acuerdo con las direcciones en sus recipientes.

En los jardines, pasturas o cosechas que vayan a usarse como alimento, aplíquense de 8 a 10 libras de criolita en 100 galones de agua por acre a intervalos de 7 a 10 días durante toda la estación.

Represión mediante prácticas de cultivo. Las cosechas de leguminosas son favoritas de los escarabajos de franja blanca. Manténganse bajas las infestaciones mediante las siguientes prácticas: Siémbrese avena u otros granos pequeños en campos gravemente infestados. No se siembre más de una cuarta parte de la tierra de cosecha con legumbres anuales cada año y no se siembren esas cosechas en la misma tierra más de una vez cada 3 ó 4 años. No se mezclen las cosechas de maíz con cacahuates, frijol soya, crotalaria o judías aterciopeladas. Practíquense cultivos limpios; fertilícese abundantemente el maíz o el algodón con fertilizantes comerciales o enterrando una cosecha anual de relleno.

[*LAMINA LX*



A, a, planta de fresa dañada por los escarabajos de franja blanca; *b,* escarabajo adulto; *B,* daño causado por las larvas en el sistema de raíces de la alfalfa; *a,* hembra depositando huevos bajo los desechos de la superficie; *b,* masa de huevos; *c,* crisálida; *d,* larva totalmente crecida; *e* y *f,* larvas no maduras. *(A* y *B,* tamaño natural. *C,* escarabajo adulto cuatro veces tamaño natural.)

PICUDO DE LA ALFALFA

El picudo de la alfalfa se introdujo en Utah desde Europa hacia 1900, y desde entonces se ha propagado a Arizona, California, Colorado, Idaho, Montana, Nebraska, Nevada, Oregon, South Dakota y Wyoming. Las larvas se alimentan en los extremos en desarrollo, hojas y botones de la alfalfa, y pueden destruir casi totalmente el valor alimenticio de una cosecha de heno o impedir la producción lucrativa de semilla. El picudo constituye esencialmente una plaga de la alfalfa de primer crecimiento. Cuando ese primer crecimiento se corta para heno, sin embargo, las larvas del picudo se alimentan en los retoños básicos y retrasan el segundo crecimiento desde unos cuantos días hasta varias semanas. Esto es particularmente grave en la labranza de tierras de sequía o en la producción de una segunda cosecha de semilla.

Los insectos inviernan, principalmente como adultos, en su mayoría en los campos de alfalfa. Poco tiempo después de que se funde la nieve, las hembras depositan sus primeros huevos en los fragmentos de los tallos muertos en la tierra. Tan luego como el crecimiento nuevo de primavera de la alfalfa tiene aproximadamente 6 pulgadas de altura, los picudos cambian gradualmente los depósitos de huevos a los tallos de las plantas en desarrollo. El número de huevos por hembra es de 400 como promedio, la mayoría de los cuales se ponen en abril y mayo. La incubación comienza ordinariamente en abril, pero las larvas no se vuelven lo suficientemente numerosas para causar daños económicos a la cosecha sino hasta fines de mayo o principios de junio, aproximadamente en la época en que la primera cosecha de alfalfa produce botones. Mientras tanto, casi todas las primeras larvas y muchas incubadas después, han quedado parasitizadas por una pequeña avispa, *Bathyplectes curculionis,* llamada comúnmente parásito del picudo. Principiando aproximadamente el 15 de mayo, las larvas del picudo completan su crecimiento, caen a la tierra y forman crisálidas parecidas a un encaje que ordinariamente se sujetan a las hojas caídas. Las larvas parasitizadas mueren después de que forman las cubiertas y las larvas sanas se convierten en crisálidas dentro de ellas y se transforman en adultos en 7 a 10 días. Los picudos adultos abandonan las cubiertas, pero no se maduran sexualmente hasta el otoño o primavera, y en consecuencia sólo hay una generación de picudos cada año.

Represión: Alfalfa para heno. Manténgase un plantío de alfalfa denso y de crecimiento vigoroso. Córtense la primera y segunda cosecha cuando la mayoría de las plantas estén en la etapa de botón. Siéguese el campo y remuévase el heno tan pronto como haya quedado curado. No se riegue el campo durante 7 a 10 días después del corte. *Tratamiento temprano de primavera para matar los adultos.* Aplíquese un cuarto de libra de dieldrina o 1.5 a 2 libras de clordano por acre en forma de rocío cuando el crecimiento de primavera de la alfalfa tenga de 1 a 2 pulgadas de alto. Esta aplicación se hará ordinariamente entre el 15 de marzo y el 15 de abril, dependiendo de la localidad y de la estación. *Tratamiento en mayo o junio para matar las larvas.* Espolvoréese o rocíese la cosecha tan pronto como las plantas se vuelvan notoriamente agujeradas, pero antes de que muchas de ellas se vuelvan de color gris, con 2 libras de arseniato de calcio, 1 ó 2 libras de metoxiclor o 1/4 de libra de parathion por acre. No se corte el heno tratado con arseniato de calcio o metoxiclor durante 7 a 10 días después del tratamiento. Déjese sin cortar el heno tratado con parathion por lo menos durante 14 días.

Alfalfa de semilla. Aplíquense los tratamientos con dieldrina o clordano recomendados para las cosechas de heno a fin de destruir los adultos a principios de primavera. Cuando las plantas lleguen a la etapa de brote en su desarrollo, tráteselas con 2 libras de DDT en forma de polvo o 1.5 libras en forma de rocío por acre. Este tratamiento se prescribe para reprimir los escarabajos ligus y varias otras plagas de la alfalfa de semilla, así como contra el picudo de la alfalfa.

No se use la alfalfa tratada con DDT como alimento del ganado lechero o de engorda que se prepare para los rastros, o de las aves de corral.

[*LAMINA LXI*



A, larva alimentándose en el extremo de la planta de alfalfa. *B,* área al nivel de la tierra mostrando: *a,* huevos en los tallos vivos y muertos; *b,* crisálida en su cubierta; *c,* picudo adulto. (*A* y *B,* aproximadamente tres veces tamaño natural.) La ilustración de la izquierda muestra los daños generales causados por la alimentación, y *d,* larvas. La ilustración de la derecha muestra: *e,* adultos en las partes bajas de la planta. (Todos tamaño natural.)

ESCARABAJOS LIGUS

Los escarabajos ligus medran en una amplia gama de plantas cultivadas y no cultivadas y causan serios daños en la alfalfa de semilla. Se encuentran activos desde principios de primavera hasta fines del otoño. Los adultos vuelan libremente de un huésped a otro y de una granja a otra. Se reproducen continuamente durante la estación de crecimiento y en la latitud de Utah ocurren de 3 a 4 generaciones al año, necesitando cada una de ellas de 6 à 7 semanas. En las regiones más al Sur, tales como Arizona, una generación requiere de 20 a 30 días y los insectos se reproducen casi todo el año.

Durante el tiempo frío, los adultos encuentran protección entre las plantas de alfalfa en reposo o en varios desechos de cosechas. Con la llegada del tiempo caliente buscan las hierbas que florecen temprano y las hembras insertan sus huevos aisladamente en los tejidos de las plantas. Más tarde depositan también sus huevos en la alfalfa, y éstos incuban en 10 a 15 días. La incubación se concentra ordinariamente durante el período en que las plantas de alfalfa tienen botones o florecen. Los insectos alcanzan su crecimiento total y se transforman en adultos aproximadamente en 3 semanas, y los nuevos adultos vuelan ordinariamente a la alfalfa más suculenta o a otras plantas y comienzan a poner huevos aproximadamente en 10 días.

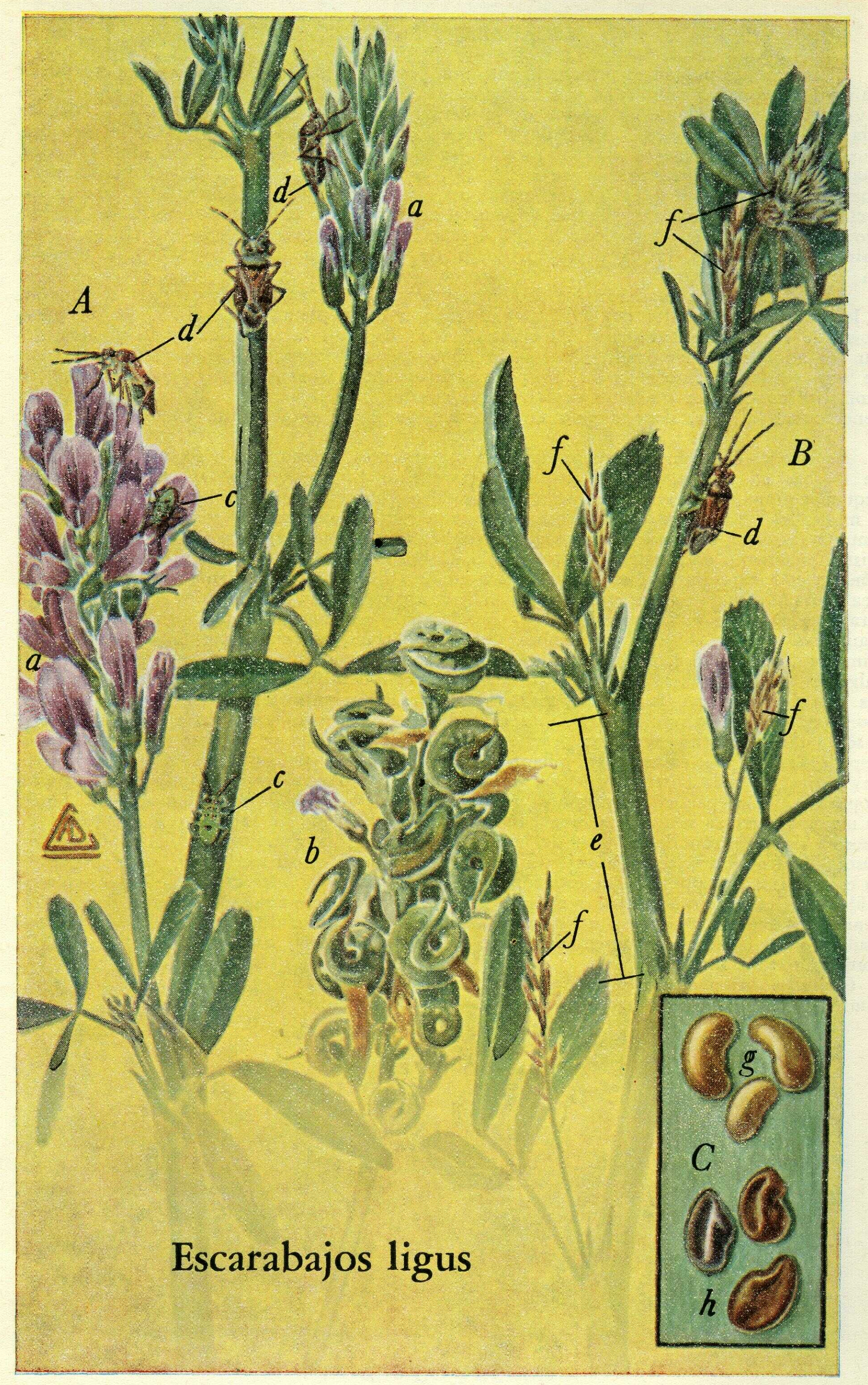
Los escarabajos ligus tiernos, o ninfas, se alimentan extensamente en los botones de la alfalfa, haciendo que se marchiten y mueran. A veces la destrucción causada por una gran población de ninfas es lo suficientemente grave para impedir la floración de las plantas. En otras ocasiones los escarabajos se alimentan en las flores y hacen que se caigan. Se alimentan también en las vainas, haciendo que las semillas dañadas se enjuten y se vuelvan de color café. Se afecta y se deforma también el crecimiento vegetativo de la planta. Las ninfas se alimentan más continuamente que los adultos y por lo tanto son más destructoras.

Represión: A menudo se puede proteger en forma adecuada la alfalfa que se destina para semilla contra los escarabajos ligus con una sola plicación de DDT tan pronto como las plantas comienzan a tener botones. Usense de 20 a 25 libras de polvo de DDT al 10% por acre o un rocío que contenga por lo menos 1.5 libras de DDT efectivo por acre.

A veces la cosecha se reinfesta durante el período de floración a grado tal, que se hace necesaria una segunda aplicación de insecticida. Ordinariamente las reinfestaciones excesivas ocurren cuando se deja para semilla el primer crecimiento o cuando la polinación es deficiente y lenta. Si se necesita un segundo tratamiento, puede aplicarse toxafeno a las plantas en floración antes de las 7 a. m. o después de las 7 p. m., cuando las abejas no trabajan en los campos. Espolvoréense con 20 libras de toxafeno al 2% por acre o rocíense con 1.5 libras de toxafeno efectivo por acre. La mejor época para esta aplicación es 3 ó 4 semanas después del tratamiento con DDT en la etapa de botón.

El forraje o los desechos tratados con DDT o toxafeno no deben emplearse para alimento del ganado lechero, del ganado de engorda que se prepara para los rastros, o de las aves de corral.

[LAMINA LXII



A, planta normal de alfalfa: *a*, flores sanas; *b*, vainas de semilla bien desarrolladas; *c*, ninfas; *d*, escarabajos ligus adultos. *B*, planta gravemente dañada, mostrando: *e*, internodos relativamente cortos, y *f*, botones florales completamente destruidos. *C*, *g*, semillas normales de alfalfa; *h*, semillas dañadas por los escarabajos. (*A* y *B*, aproximadamente 3 veces tamaño natural. *C*, considerablemente aumentado.)

ESCARABAJO PULGON

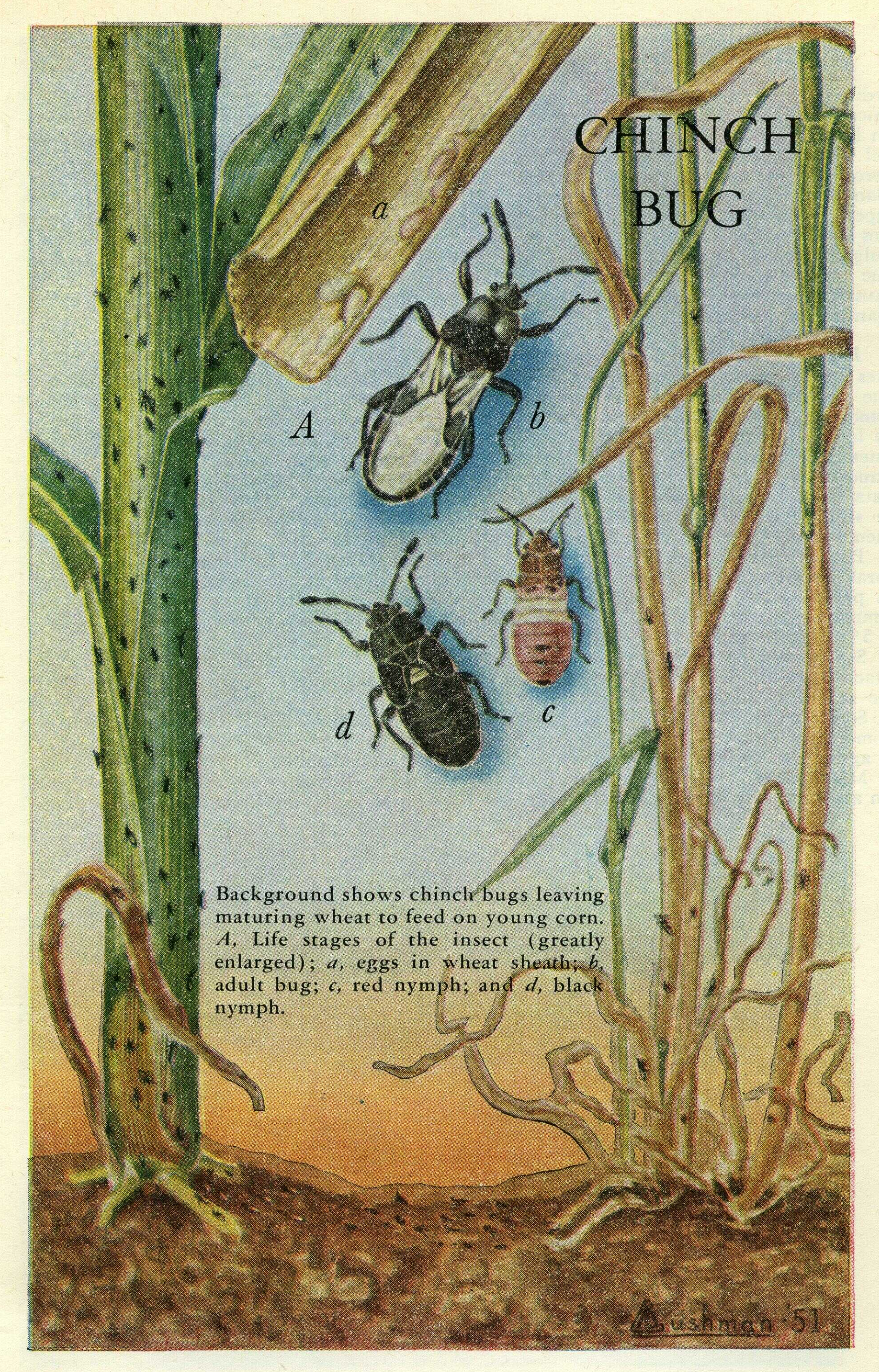
El escarabajo pulgón es principalmente una plaga del maíz y de los sorgos, pero puede dañar las pequeñas gramíneas y otras cosechas de hierba. Como adultos, los escarabajos invernan principalmente en hierbas de pradera nativas que forman manojos, o a falta de ellas en setos, vallados espesos y llenos de hierba y en las orillas sur y oeste de los bosques. Los vuelos de primavera de los escarabajos que invernan ocurren en días soleados, cuando la temperatura permanece a 70° F., o más, por varias horas. Ordinariamente vuelan a los campos de pequeñas gramíneas, pero en algunos años pueden atacar directamente el maíz o los sorgos que se secaron temprano. Cada hembra deposita un promedio de 200 huevos en un período de 3 a 4 semanas. Los huevos se depositan detrás de las vainas de las hojas, en la tierra alrededor de las plantas o en las raíces, e incuban en 7 a 14 días.

A medida que se maduran las pequeñas gramíneas, los escarabajos tiernos se mueven a los campos adyacentes de maíz tierno, sorgo u otras plantas de hierba. En la parte norte de su área de habitación, la emigración se hace en la superficie y en el área del sur los adultos pueden volar. Ocurre un nuevo acoplamiento y se depositan los huevos de una segunda generación en las plantas huéspedes. Durante las tardes calientes de otoño los escarabajos pulgones vuelan a sus cuarteles de invierno, ocurriendo dos o más generaciones al año, dependiendo de la extensión de la estación de crecimiento.

Represión: Cultívense cosechas inmunes o resistentes. Siémbrense cosechas que no sean de hierbas en los campos de pequeñas gramíneas. El cultivo de legumbres entre las pequeñas gramíneas y el maíz, ayuda a menudo a producir sombra y humedad en las que se multiplican los escarabajos pulgones. Siémbrense especies de maíz y sorgos que sean resistentes a los ataques de los escarabajos. No hay disponibles especies resistentes, pero las existentes difieren en resistencia y tolerancia. Consúltese al agente del condado o a la estación agrícola experimental estatal sobre los mejores híbridos que deban sembrarse en cada localidad. Modifíquense las prácticas de labranza para disminuir las infestaciones. Los escarabajos pulgones se reproducirán más rápidamente en la cebada que en otras pequeñas gramíneas y debe evitarse la siembra de esta cosecha, especialmente la de cebada de primavera, cuando hay probabilidades de que ocurran grandes cantidades de escarabajos pulgones. Todo lo que se haga para producir un crecimiento denso y vigoroso de las pequeñas gramíneas, como la cuidadosa labranza, la abundante fertilización y la siembra oportuna, ayuda a disminuir los daños causados por los escarabajos. En el Sur, siémbrese el sorgo tan temprano como sea practicable y si es posible no se siembre maíz sino hasta después de que los escarabajos pulgones hayan emigrado de sus cuarteles de invierno. Hay varios tipos de barreras que son eficaces para evitar que los escarabajos pulgones se propaguen de las pequeñas gramíneas a los campos de maíz y de sorgo adyacentes. Entre las mejores barreras se incluyen una banda angosta, ya sea de un repelente como aceite de creosota de alquitrán de hulla o de polvos insecticidas que contengan DDT o dinitro-*o*-cresol. Pueden obtenerse instrucciones detalladas para la construcción de barreras contra los escarabajos pulgones en las estaciones agrícolas experimentales estatales. Usense insecticidas en los prados, hierbas valiosas, granos o en todos aquellos lugares donde los escarabajos queden confinados a los surcos exteriores de maíz o de sorgo. Han dado buenos resultados las fórmulas de insecticidas que contienen nicotina, rotenona, cebadilla, DDT, clordano o toxafeno.

Consúltese al agente del condado o a la estación agrícola experimental estatal para obtener las recomendaciones adecuadas en cada localidad.

[*LAMINA LXIII*



ESCARABAJO PULGON

Fondo que muestra los escarabajos pulgones abandonando el trigo que se está madurando para alimentarse en el maíz tierno. *A,* etapas vitales del insecto (considerablemente aumentadas): *a,* huevos en la vaina del trigo; *b,* escarabajo adulto; *c,* ninfa roja, y *d,* ninfa negra.

LARVAS BLANCAS

Las larvas blancas son las etapas tiernas o no maduras de los escarabajos cafés ordinarios de mayo, de los cuales hay más de 100 especies. Las larvas se alimentan en las raíces de la hierba azul, timotea, maíz, frijol soya y varias otras cosechas, así como en los tubérculos de la papa. A veces arruinan los pastizales de hierba azul en los Estados del Nordeste y centrales del Norte y pueden ser una plaga grave en los plantíos de viveros. Los escarabajos adultos devoran las hojas del roble, fresno, nogal americano, álamo, olmo, sauce, algarrobo, zarza, pino, nogal y otros árboles. La mayoría de las especies dañinas tienen un ciclo vital de 3 años y causan serios brotes en algunos años. Los huevos de color blanco perla se depositan en primavera a una profundidad de 1 a 8 pulgadas en la tierra, e incuban 3 ó 4 semanas más tarde en forma de larvas tiernas que se alimentan en la vegetación descompuesta y aun en las raíces vivas. Las larvas causan los mayores daños en su segundo año y a veces en su tercer año pueden dañar los plantios tempranos.

Represión: Pueden disminuirse las poblaciones de larvas blancas sembrando legumbres de raíces profundas, tales como trébol dulce, alfalfa y otras especies de tréboles que son desfavorables para los insectos, en rotación con cosechas más susceptibles, tales como timotea o pequeñas gramíneas. El uso de las legumbres es más eficaz si se siembran en los años en que abundan los vuelos de los escarabajos. Ha resultado ser benéfico un sistema de renovación de los pastizales de hierba azul gravemente infestados con larvas blancas. La tierra se voltea completamente a fines de otoño o principios de primavera; se trata con cal y fertilizantes, según sea necesario, y se siembra en primavera con una mezcla de semillas que consista principalmente de legumbres. Estas proporcionan rápidamente buenos pastos y se reemplazan gradualmente con la hierba azul original.

Pueden tratarse los céspedes y campos de golf infestados con las larvas blancas con 10 libras de arseniato de plomo por cada 1,000 pies cuadrados de superficie. El clordano ha proporcionado también una represión satisfactoria cuando se aplica al césped de los campos de golf en dosis de 10 libras de la sustancia técnica por acre en forma de polvos al 5% o como rocíos.

Se recomienda la inclusión de otras cosechas, tales como tréboles o alfalfa en las rotaciones, a fin de combatir los daños de las larvas blancas en el frijol soya o en el maíz que se siembre después de éste.

Se ha empleado con éxito un rocío preparado mezclando dos libras de arseniato de plomo, una libra de harina de trigo u 8 onzas fluidas de aceite de linaza con 25 galones de agua, para destruir los escarabajos adultos que se alimentan en el follaje de los árboles.

Manténganse los niños pequeños y los animales domésticos lejos de los céspedes tratados con arseniato de plomo o clordano, hasta que los insecticidas se hayan absorbido en la tierra.



A, escarabajos adultos alimentándose en una hoja de roble blanco; *B,* larva alimentándose en las raíces de una planta tierna de maíz; *C,* etapas vitales que incluyen: *a,* huevos en sus celdas de tierra; *b,* larva totalmente desarrollada, y *c,* crisálida en su celda de tierra. (Todos, aproximadamente, tamaño natural.)

MOSCA DE SIERRA DEL TALLO DEL TRIGO

La mosca de sierra del tallo del trigo es una grave plaga del trigo en las Grandes Llanuras del Norte, especialmente en Montana y North Dakota. Ataca también el centeno, y en menor grado la cebada, avena y lino. Varias hierbas nativas de tallo largo, tales como el trigo, centeno y hierba bromo, son plantas huéspedes favoritas.

Las moscas de sierra adultas salen del rastrojo de los campos y de las hierbas nativas en junio y julio y vuelan a las plantas tiernas de trigo en desarrollo, en donde las hembras depositan sus huevos aisladamente en los centros huecos de los tallos, que incuban en una semana. En la etapa de gusano, el insecto mina hacia arriba y hacia abajo dentro del tallo del trigo en desarrollo, y cuando se ha desarrollado totalmente, corta una ranura alrededor del interior del tallo, aproximadamente al nivel de la tierra, y hace su celda para pasar el invierno en la base del tallo. Las larvas maduras pasan el invierno inmediatamente abajo de la superficie de la tierra en su celda y se transforman en crisálidas en mayo y junio, las que producen la siguiente generación de adultos. Sólo hay una generación anual de la mosca de sierra.

La mosca de sierra causa pérdidas en el trigo en dos formas distintas: Enjutando las pepitas de las espigas de los tallos minados, y causando la pérdida total del grano en las espigas cuando los tallos infestados se rompen con el viento y caen a tierra, haciendo que muchas de las espigas no sean recogidas por las trilladoras.

Represión: La mosca de sierra no puede reprimirse con aplicaciones de insecticidas, pero pueden disminuirse las pérdidas en las cosechas empleando ciertas prácticas de cultivo.

Iníciese la recolección tan temprano como sea posible, antes de que hayan caído muchos de los tallos. Cuando se empleen agavilladoras y atadoras, córtese el grano antes de que esté demasiado maduro. En áreas donde se emplean trilladoras combinadas, los equipos de levantamiento en esas máquinas recogerán muchos tallos caídos.

Cultívese el rastrojo de trigo infestado en el otoño, ya sea enterrándolo profundamente con un arado de reja o por medio de un cultivo extremadamente superficial. Si se practica el cultivo superficial, déjese tanto rastrojo en la superficie como sea posible y limítese el cultivo de primavera a un arado profundo. En áreas en las que es muy grave la erosión de la tierra, sígase la práctica de cultivos extremadamente superficiales.

No se siembren campos gravemente infestados con trigos susceptibles a la mosca de sierra. Siémbrense esos campos con cebada, avena, lino, maíz, mostaza u otras cosechas resistentes. En Montana debe emplearse la variedad Rescue de trigo resistente a la mosca de sierra si se cultiva trigo en campos infestados. Si las rotaciones de cultivo permiten la siembra de trigo en campos infestados con la mosca de sierra, éste ayudará a reprimir el insecto.

[*LAMINA LXV*



MOSCA DE SIERRA DEL TALLO DEL TRIGO

A, rastrojo mostrando los cortes de las larvas: *a*, larva en su celda dentro del tallo de trigo; *b*, crisálida en el tallo. *B*, plantas de trigo en desarrollo: *x*, tallo abierto para mostrar los túneles de las larvas en su interior; *c*, larva tierna y excremento en el tallo; *y*, mosca de sierra adulta; *d*, hembra adulta depositando huevos dentro del tallo, con éste cortado para mostrar los huevos en su interior (*a*, *b*, y *d*, todos aproximadamente tres veces tamaño natural).

MOSCA CECIDOMIA

En la región de trigo de invierno, la mosca cecidomia daña principalmente el trigo, pero puede atacar también la cebada y el centeno. Las moscas depositan sus huevos en las ranuras del lado superior de las hojas del trigo tierno. Una hembra puede depositar varios vientos de huevos e infestar muchas plantas a medida que vuela sobre los campos. Los huevos incuban en 3 a 12 días y las pequeñas larvas rojas caminan hacia abajo en la hoja hasta detrás de la vaina, en donde comienzan a alimentarse en los tejidos tiernos de la planta. Las larvas alcanzan su crecimiento total en 2 a 4 semanas y entonces son de color blanco brillante, pero pronto se vuelven cafés, formando crisálidas o "semillas de lino". Los adultos salen en primavera de esas "semillas de lino" que invernaron, para depositar sus huevos. Mueren los renuevos pequeños de las plantas infestadas y los renuevos articulados a menudo se rompen y caen al suelo antes de la recolección. Los adultos que salen de las "semillas de lino" en el rastrojo y en las plantas voluntarias de los campos recolectados, infestan los campos que se sembraron temprano en el otoño con el consiguiente raquitismo y muerte de los renuevos y plantas.

Represión: La represión de la mosca cecidomia en el trigo depende del buen manejo de las granjas y de la cooperación comunal. Los métodos siguientes han resultado ser los mejores: Entiérrese el rastrojo de la última cosecha siempre que sea practicable, inmediatamente después de ella. Destrúyanse las plantas voluntarias, hasta donde sea posible, antes del período de siembra de la siguiente cosecha. Prepárese una buena cama de semillas y manténgase un alto nivel de fertilidad en la tierra. Usense sólo las variedades de trigo recomendadas por la estación agrícola experimental de cada Estado o por el agente del condado, y siémbrese en las fechas recomendadas como "seguras" para cada localidad. Colabórese con los agricultores vecinos para seguir las prácticas aprobadas.

[*LAMINA LXVI*



MOSCA CECIDOMIA

A, planta de trigo infestada; *B,* planta sana; *C,* rastrojo infestado con las crisálidas expuestas: *a,* crisálidas; *b,* larva; *c,* macho adulto; *d,* hembra depositando huevos, y huevos; *e,* crisálidas en la base del rastrojo (*a, b, c* y *d,* aproximadamente seis veces tamaño natural; todos los demás, tamaño natural).

GRILLO MORMON

Los grillos mormones, una forma de saltamontes sin alas, son graves plagas en los Estados del Oeste. Su territorio se extiende desde el oeste del río Missouri a las montañas Cascadas y de la Sierra Nevada, y de la frontera de Canadá hacia el Sur, hasta el norte de California, Nevada, Utah y Colorado. Son susceptibles la mayoría de las cosechas cultivadas en esa área, pero los daños mayores han ocurrido en las hierbas de pradera, así como en el trigo y alfalfa de tierras de sequía.

Los huevos se depositan a fines del verano y en otoño en tierras de marga bien desaguadas, ligeras y arenosas. Se insertan inmediatamente bajo la superficie de la tierra en sitios desnudos entre montones de hierba y artemisa, y a diferencia de los huevos de saltamontes, que se depositan en una vaina, los huevos de grillo se ponen aislados. Cada hembra pone aproximadamente 150 huevos. Los grillos tiernos comienzan a incubar a principios de abril y llegan a la madurez aproximadamente 6 a 8 semanas más tarde, ocurriendo una generación al año.

Los grillos mormones persisten en pequeñas cantidades un año tras otro en las colinas pedregosas y terrenos montañosos lejos de las tierras de labranza. Cuando las condiciones de clima durante varios años favorecen su máxima reproducción, su número aumenta rápidamente y comienzan a emigrar, necesitándose de uno a tres años después de que se inicia una emigración para que se invadan las tierras de cosechas.

Represión: Los grillos mormones pueden matarse fácilmente en todas sus etapas mediante aplicaciones de un cebo húmedo hecho de acuerdo con cualquiera de las siguientes fórmulas: 1) Salvado común de trigo, sin trozos cortos o medianos, 100 libras; fluosilicato de sodio, 4 libras; agua para hacer de 12 a 15 galones. 2) Salvado de molino, 25 libras; serrín, 3-1/2 bushels; fluosilicato de sodio, 4 libras; agua para hacer de 8 a 10 galones.

Mézclense perfectamente los ingredientes secos, añádase lentamente el agua y continúese mezclando hasta que se obtenga una masa húmeda y migajosa. El cebo debe esparcirse por las tardes, cuando los grillos están emigrando, aproximadamente a razón de 20 libras por acre, y debe esparcirse en ángulo recto a la dirección de las emigraciones.

La siguiente fórmula de cebo seco se adapta bien para esparcirse desde un aeroplano: Salvado común sin trozos cortos ni medianos, 100 libras; toxafeno, una libra, o clordano, media libra; aceite combustible o petróleo, medio galón.

Disuélvanse las sustancias tóxicas en el aceite y rocíense en el salvado al mezclarlos. Este cebo puede aplicarse a cualquier hora del día, a razón de 10 libras por acre. No se recomienda para esparcirse a mano o con equipo de superficie.

[*LAMINA LXVII*



GRILLO MORMON

a, hembra adulta con el aguijón para poner huevos insertado en la tierra; *b,* huevo en la tierra; *c,* ninfa hembra casi madura; *d,* ninfa tierna; *e,* ninfas machos casi maduras. (Todos aproximadamente tamaño natural.)

GUSANO DE LAS ARTICULACIONES DEL TRIGO

El gusano de las articulaciones del trigo, causa daños que en algunos años llegan a millones de bushels de trigo. Está muy extendido en la mayor parte de la región productora de trigo al este del río Mississippi, así como en Missouri, Iowa y partes de Utah, Oregon y California.

Las espigas de las plantas de trigo infestadas tienen pepitas más pequeñas y en menor cantidad y los campos gravemente infestados muestran muchos tallos rotos y considerable hacinamiento.

El gusano adulto se asemeja a una pequeña hormiga negra con alas. Deposita sus huevos a principios de la primavera, en los tallos suculentos de las plantas. Las larvas, que son pequeñas y sin patas, pronto incuban y forman celdas en las paredes de los tallos, ordinariamente inmediatamente arriba de la segunda o tercera articulación a partir de la tierra. Para la época de la recolección, las larvas son de color amarillento y aproximadamente de un cuarto de pulgada de largo, y sus celdas o "agallas" se vuelven duras y leñosas. A veces aparecen en forma de hinchazones parecidas a verrugas que tuercen y encorvan los tallos de trigo. En invierno las larvas se transforman en crisálidas que al principio son de color amarillo pálido, pero que más tarde se vuelven de color negro. En primavera los adultos salen a través de pequeños agujeros circulares que roen en las paredes de sus celdas. Pronto ocurre el acoplamiento y las hembras abandonan los campos de rastrojo viejo, para buscar e infestar campos de trigo verde en la vecindad. Sólo ocurre una generación al año.

Represión: El gusano de las articulaciones del trigo puede reprimirse enterrando el rastrojo infestado de preferencia a fines del verano o principios del otoño para evitar la salida de los adultos durante la primavera siguiente. Cuando esto se hace, el trigo debe cortarse tan alto como sea practicable, a fin de que la mayoría de los gusanos de articulaciones queden en el rastrojo que se deja en pie y que se enterrará más tarde. Las objeciones a la represión por medio del enterramiento, debidas a su interferencia con el cultivo de trébol rojo y otras cosechas útiles para la conservación del suelo, pueden solucionarse con la substitución temporal de frijol soya, trébol dulce y otras cosechas de forraje y abono verde. Para las áreas infestadas con los gusanos de articulación de Oregon, se recomienda que se substituya el trigo con cebada de invierno o avena Winter Turf (Oregon Gray), como cosechas de apoyo para el trébol rojo.

En los Estados del Sur y del Sudeste, en donde se emplea generalmente el sistema de doble cosecha, y en los Estados del Oeste, en donde se practican barbechos de verano, sería aconsejable enterrar el rastrojo en grandes áreas, asegurando así una eficaz represión comunal.

En donde no se ha enterrado el rastrojo infestado, debe sembrarse el trigo tan lejos como sea posible de los campos de rastrojo, lo que hará más difícil que los adultos del gusano de las articulaciones que salen del rastrojo viejo lleguen a las cosechas nuevas.

En áreas donde han ocurrido graves pérdidas debidas al gusano de las articulaciones durante la estación anterior, la tierra que se sembró de trigo debe abonarse superficialmente sólo con estiércol que contenga paja que se haya descompuesto totalmente o que haya quedado perfectamente hollada por el ganado. Esto ayuda a asegurar la muerte de los gusanos de articulaciones, que de otra manera podrían salir de la paja para reinfestar los campos. Si los ataques del gusano de las articulaciones constituyen una seria amenaza, puede ser aconsejable substituir temporalmente el trigo con otras cosechas, tales como centeno, cebada, avena o trigo negro. Esto puede hacerse sin riesgo, porque el gusano de las articulaciones no ataca más cosecha que el trigo.

No es práctica la represión con insecticidas del gusano de las articulaciones del trigo.

[*LAMINA LXVIII*



Fondo, trigo hacinado y roto por el gusano de las articulaciones. Inserción, los insectos y los daños que causan (considerablemente aumentados): *a,* adulto; *b,* crisálida en su celda; *c,* larvas; *d,* aspecto exterior del tallo infestado.

ORUGA DE LA JUDIA ATERCIOPELADA

La oruga de la judía aterciopelada es frecuentemente una plaga grave en los Estados del Sudeste, en los que ataca al frijol soya, judía aterciopelada y cacahuates, alimentándose también en la hierba kudzu, alfalfa, judía equina y otras plantas. El insecto es una especie tropical que no sobrevive al invierno en el área continental de los Estados Unidos de Norteamérica, excepto probablemente en el extremo sur de Florida. Las mariposas vuelan a este país en junio o julio y pueden producir hasta tres generaciones durante la estación. Ordinariamente, el insecto no es muy abundante sino hasta fines del verano o principios del otoño. Sin embargo, una abundante infestación de orugas puede defoliar completamente las plantas de un campo en unos cuantos días. Los pequeños huevos blancos y redondeados se depositan aisladamente en la superficie inferior de las hojas e incuban en 3 a 5 días. Las orugas se alimentan aproximadamente durante 3 semanas, son muy activas y brincan en el aire agitándose rápidamente cuando se les molesta, lanzando al mismo tiempo un líquido de color café. Después de completar su alimentación las orugas entran a la tierra para transformarse en crisálidas a profundidades de 1/4 a 2 pulgadas. Las mariposas adultas salen aproximadamente 10 días más tarde.

Represión: Puede reprimirse la oruga de la judía aterciopelada en los frijoles soya, cacahuates y otras cosechas con un polvo de DDT al 3%, un polvo de azufre para espolvorear, o con criolita aplicada a razón de 15 libras por acre cuando las orugas comienzan a incubar. Puede ser necesaria una segunda aplicación de criolita aproximadamente 10 días después, para destruir las orugas que incuban más tarde. Deben aplicarse los polvos al caer la tarde, cuando el aire está en calma.

Si se trata la cosecha con DDT, no debe usarse como alimento del ganado lechero, de las aves de corral o del ganado de engorda que se prepare para los rastros.

[*LAMINA LXIX*



Planta mostrando los daños generales causados por la alimentación. *a* y *b,* larvas; *c,* crisálida; *d,* mariposa (todos aproximadamente tamaño natural).

SALTAMONTES DE LA HOJA DE LA PAPA EN LA ALFALFA

El saltamontes de la hoja de la papa es una plaga importante de la alfalfa en la mitad oriental de los Estados Unidos de Norteamérica, llegando al Oeste hasta Kansas. Ataca también muchas otras plantas. Tiene forma de cuña, es de color amarillo-verdoso pálido y aproximadamente de 1/8 de pulgada de largo cuando está totalmente desarrollado. La hembra deposita sus huevos en los petiolos y venas grandes de las hojas, los que incuban aproximadamente en una semana, produciendo ninfas sin alas que pasan a través de 5 etapas y se convierten en adultos alados en 8 a 14 días. El período de huevo o adulto, en las condiciones más favorables, es aproximadamente de 3 semanas. Los adultos y ninfas son sumamente activos y se alimentan en los petiolos y superficie inferior de las hojas succionando los jugos de la planta. Este saltamontes probablemente no invierna en el Norte, pero se reproduce durante todo el año en Florida y durante la mayor parte del invierno en otros Estados del Golfo. En la latitud de Washington, Distrito de Columbia, los adultos aparecen ordinariamente del 3 al 10 de mayo y se vuelven gradualmente más abundantes, causando el amarillamiento y raquitismo de la segunda y tercera cosechas de alfalfa en los meses de julio, agosto y septiembre. Un ataque grave hace que las plantas se marchiten. Bajo condiciones favorables el saltamontes puede aumentar rápidamente sus poblaciones y causar pérdidas importantes tanto en la cantidad como en la calidad de la alfalfa. Cuando se dañan los plantíos tiernos, las hierbas ahogan la alfalfa. Esta queda a menudo tan seriamente debilitada por el insecto durante el verano, que no sobrevive al invierno siguiente.

Represión: Puede reprimirse eficazmente el saltamontes de la hoja de la papa en la alfalfa por medio del metoxiclor. Prepárese un rocío mezclando un cuarto de galón de aceite emulsificable al 25% (1/2 libra de metoxiclor) con 5 galones de agua, aplicando esa cantidad por acre con un rociador a una presión aproximada de 40 libras por pulgada cuadrada. Hágase la aplicación a la mitad del período de desarrollo de la cosecha, o más temprano si los insectos son muy abundantes.

Una demora de 10 días a 2 semanas en el corte de la primera cosecha, si no se rebaja con ello la calidad del heno, destruirá grandes cantidades de huevos e insectos tiernos que de otra manera se convertirían en adultos e infestarían la siguiente cosecha de alfalfa.

[*LAMINA LXX*



SALTAMONTES DE LA HOJA DE LA PAPA EN LA ALFALFA

A, planta dañada mostrando las hojas decoloradas, los internodos cortos y la falta de flores. *B*, el insecto (considerablemente aumentado): *a*, ninfa; *b*, adulto.

DOS SALTAMONTES

Los dos saltamontes que se ilustran se encuentran entre las especies más importantes y perjudiciales. Las medidas de represión que se recomiendan son eficaces contra cualquiera de ellos, así como contra otras especies.

El saltamontes diferencial ataca las cosechas en la mayor parte del territorio de los Estados Unidos de Norteamérica, pero rara vez se encuentra al norte de las fronteras sur de Minnesota y North Dakota. Prefiere las tierras pesadas y la vegetación abundante. Las hembras depositan grandes vainas de huevos que contienen de 50 a 75 huevos amarillos, inmediatamente bajo la superficie de la tierra, en tierras pesadas a lo largo de las carreteras, vallados y márgenes de los campos. A veces se depositan los huevos en los campos de alfalfa, pero muy rara vez en campos de gramíneas o cosechas cultivadas. Se depositan durante el verano y otoño e incuban en primavera, y sólo ocurre una generación cada año.

El saltamontes migratorio menor ataca las cosechas y la vegetación de las praderas en todo el territorio de los Estados Unidos de Norteamérica. Las hembras depositan vainas de huevos que contienen aproximadamente 20 huevos de color crema inmediatamente bajo la superficie de la tierra, en rastrojos de gramíneas, campos de alfalfa, bordes de canales y márgenes de los campos de hierba. En los Estados del Norte, los huevos se depositan en verano y otoño e incuban en primavera. En el Sur ocurren dos o más generaciones cada año. En ocasiones, los adultos se juntan en enjambre y vuelan a grandes distancias.

Represión: Los rocíos son más eficaces que los polvos. Se necesita menos material y matan durante un período más prolongado. Las soluciones aceitosas ya preparadas, los concentrados emulsificables, los polvos humedecibles y las diversas concentraciones de polvos pueden encontrarse en los establecimientos locales y pueden diluirse para emplearse con el equipo disponible. Los insecticidas pueden aplicarse con rociadores o espolvoreadores de mano, equipo mecánico de superficie o con aeroplanos. Téngase cuidado al diluir los insecticidas y al ajustar el equipo a fin de asegurarse que las aplicaciones se hagan en las dosis recomendadas por acre.

En las cosechas suculentas altas o densas y en las hierbas de pradera, úsense las siguientes dosis por acre: Rocíos de aldrina, 2 onzas; polvos, 3 onzas. Rocíos de clordano, de 1/2 a 1 libra; polvos, de 3/4 a 1-1/2 libras. Rocíos de toxafeno, de 1 a 1-1/2 libras; polvos, de 1-1/2 a 2-1/2 libras.

Usense las concentraciones menores de clordano y toxafeno, contra los saltamontes tiernos cuando no sea esencial una prolongada acción insecticida. Usense las dosis más fuertes contra los saltamontes maduros o cuando se necesite una acción insecticida más prolongada. Cuando sea necesario matar los saltamontes tiernos antes de que termine la incubación, las cantidades mayores pueden extender la acción residual en forma suficiente para matar el resto de la incubación, ahorrando así el costo de un segundo tratamiento.

En vegetación seca y en las gramíneas cortas sembradas en otoño, ordinariamente es más eficaz un cebo que los rocíos o los polvos. El cebo es útil también en los huertos y en las cosechas en donde los insecticidas aplicados al follaje podrían constituir peligros para la salud. Los concentrados de aceite son los mejores para confeccionar un sebo seco. Mídase una cantidad de concentrado suficiente para obtener el ingrediente activo en alguna de las siguientes cantidades: Aldrina, 2 onzas; clordano, 1/2 libra, o toxafeno, 1 libra. Añádase petróleo hasta hacer medio galón de solución. Aplíquese la mezcla en forma de rocío finamente pulverizado a 100 libras de salvado grueso.

Para preparar un cebo húmedo, úsense concentrados emulsificables empleando las mismas cantidades de sustancias activas que se usan para hacer cebos secos. Añádase agua suficiente para hacer 10 galones de emulsión diluida y mézclese perfectamente con el salvado. Distribúyanse 5 libras de cebo seco o 20 libras de cebo húmedo por acre. El cebo seco es mejor para aplicarse desde un aeroplano, ya que no se esparce bien cuando se aplica con máquinas para esparcir cebo húmedo. Puede almacenarse para usarse cuando sea necesario.

No se use el forraje o paja contaminados con aldrina, clordano o toxafeno, como alimento para el ganado lechero, para el ganado de engorda que se prepara para los rastros, o para las aves de corral. Si esos insecticidas se emplean en frutas o legumbres, no se apliquen a las partes de las plantas que se destinan para comestibles o para enviarse a los mercados. Si hay que reprimir los saltamontes en la producción de legumbres para semilla mientras las plantas están en floración, rocíense con toxafeno temprano por la mañana, o al caer la tarde, cuando las abejas no se encuentren en los campos.

El cultivo después de la recolección, dificulta la puesta de huevos del saltamontes migratorio menor en los campos de rastrojo de gramíneas. No se siembren granos en el rastrojo sin cultivar. La labranza antes de la siembra destruirá muchos huevos.

[*LAMINA LXXI. LAMINA LXXII al reverso.*



SALTAMONTES MIGRATORIO MENOR

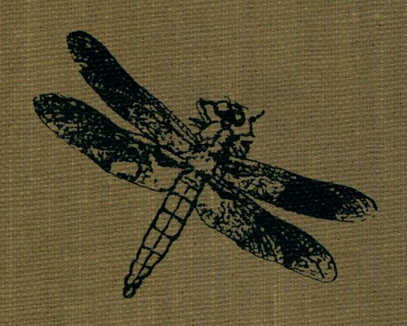
Fondo que muestra una planta de trigo gravemente dañada: *a,* ninfa de segunda etapa; *b,* ninfa de cuarta etapa; *c,* macho adulto; *d,* hembra depositando huevos; *e,* macho adulto en vuelo; *f,* vaina de huevos en la tierra. (Todos aproximadamente tamaño natural.)



SALTAMONTES DIFERENCIAL

Daños en las hojas y mazorca de maíz: *a,* ninfa pequeña; *b,* ninfas a mitad de su desarrollo; *c,* adulto macho; *B,* hembra adulta poniendo huevos en la tierra; *d,* vaina de huevos. (Todos aproximadamente tamaño natural.)

Insectos






ALIANZA
PARA EL PROGRESO